



# **1º Congreso Internacional sobre riesgos de desastres y desarrollo territorial sostenible CiRiDe**

---

**International Congress on  
disaster risks and sustainable  
territorial development  
CIRiDe**

Catamarca – Abril 2013

## **LIBRO DE RESUMENES Y TRABAJOS COMPLETOS**

### **1º CONGRESO INTERNACIONAL SOBRE RIESGOS DE DESASTRES Y DESARROLLO TERRITORIAL SOSTENIBLE**

#### **UNIVERSIDAD NACIONAL DE CATAMARCA**

**Rector:** Ing. Agrim. Flavio Sergio Fama

**Vicerector:** Ing. Oscar Adolfo Arellano

#### **FACULTAD DE TECNOLOGÍA Y CIENCIAS APLICADAS**

**Decano:** Ing. Carlos Humberto Savio

**Vicedecano:** Ing. Sergio Hilario Gallina

**Secretaría de Investigación:** Mgter. Nelly Tapia Juárez

**Secretaría de Ciencia y Tecnología - UNCa:** Dra. Teresita Rojas

**Editorial Científica Universitaria:** Dn. Ciro César Carrizo

Libro de Resúmenes y Trabajos Completos 1º Congreso Internacional sobre Riesgos de  
Desastres y Desarrollo Territorial Sostenible / Murgida, Ana María y otros... [et.al.].-1a ed.  
Catamarca: Editorial Científica Universitaria de la Universidad Nacional de Catamarca.

Año 2013.

445 p. ; 29 x 21 cm.

ISBN: 978-987-661-128-2

ISBN: 978-987-661-128-2

Diseño Gráfico: Alejandro Rivas López

Queda hecho el depósito que marca la Ley 11.723

Editorial Científica Universitaria 2012

Av. Belgrano 300 - Pab. Variante I - Planta Alta - Predio Universitario

San Fernando del Valle de Catamarca

CP 4700 - Catamarca - República Argentina



***LIBRO DE RESUMENES Y TRABAJOS COMPLETOS***

**1º CONGRESO INTERNACIONAL SOBRE RIESGOS DE  
DESASTRES Y DESARROLLO TERRITORIAL SOSTENIBLE**

***BOOK OF ABSTRACTS & FULL PAPERS***

**INTERNATIONAL CONGRESS ON DISASTER RISK AND  
SUSTAINABLE TERRITORIAL DEVELOPMENT**

**22 AL 24 DE ABRIL DE 2013  
CATAMARCA, ARGENTINA**



**EDITORES/EDITORS:**

DRA. ADRIANA EDITH NIZ

DRA. ERLINDA DEL VALLE ORTIZ

ING. JULIO ARGENTINO RAMOS

SR. CIRO CESAR CARRIZO

## **Autoridades Universidad Nacional de Catamarca**

---



Ing. Sergio Flavio Fama  
Rector Universidad Nacional de Catamarca



Ing. Oscar Arellano  
Vice Rector Universidad Nacional de Catamarca

## **Autoridades Facultad de Tecnología y Cs. Aplicadas**

---



Ing. Carlos Humberto Savio  
Decano Facultad de Tecnología y Ciencias Aplicadas



Ing. Sergio Hilarío Gallina  
Vice Decano Facultad de Tecnología y Ciencias Aplicadas

## COMITÉ ORGANIZADOR

Dra. Adriana Niz  
**Presidente**

Dra. Irasema Alcántara Ayala - UNAM -  
México  
**Vicepresidente**

Dra. Erlinda del Valle Ortiz - Lic. Ana  
Maria Salas  
**Secretaria General**

Ing. Carlos Savio  
Li. Ana Maria Salas  
Lic. Mario Alaniz  
Ing. Paola Beltramini  
TPN Alejandra Cacciabue  
Sr. Ciro Carrizo

Srta. Belén Casas

Lic. Natalia Fernández  
Lic. Cinthia Lamas  
Ing. Belén Leguizamón  
Mgtr. Patricia Maldonado  
Mgter. Laura Mandatori  
Sra. Clarisa Maubecin  
Srta. Lourdes Maubecin -  
Lic. Marcela Molina  
Lic. Juan Pablo Moreno  
Srta. Laura Avila  
Ing. Jorge Oviedo  
Lic. María Valeria Poliche  
Ing. Julio Ramos  
Ing. Marcelo Savio  
Srta. Laura Avila  
Srta. Giovanna Santinoni  
Ing. Juan Carlos Toledo  
Lic. Marcela Varela

## COMITÉ CIENTÍFICO

Dr. Kevin Telmer  
Prof. Dr. HE Qingcheng  
Dr. Brian R. Marker  
Dr. Jonas Satkunas  
Dr. Kaj Lax  
Dr. Sulemana Al-Hassan  
Dr. Mihir Deb  
Dr. Jose A. Centeno  
Prof. Eduardo da Silva  
Prof. Norm Catto  
Dr. Philipp Schmidt-Thomé  
Prof. Igor S. Zektser  
Dra. Adriana Niz  
Dra. Erlinda del Valle Ortiz  
Ing. Julio Ramos  
Mgtr. Natalia Torchia  
Dr. Julio Cabur

Dr. Jorge Tezón  
Lic. Laura Leff  
Ing. Julio Benedetti  
Dra. Mirian Collantes  
Dr. Diego Fridman  
Dr. José Manuel Sayago  
Dra. Irasema Alcántara Ayala  
Dra. Lydia Espizúa  
Dra. Mercedes Acosta  
Mgtr. Patricia Maldonado  
Lic. Juan Pablo Moreno  
Ing. Jorge Oviedo  
Lic. María Valeria Poliche  
Ing. Marcelo Savio  
Ing. Juan Carlos Toledo  
Lic. Marcela Varela  
Dr. Arturo Martínez





## INTRODUCCIÓN

---

La reducción del riesgo de desastres es la suma de numerosas acciones sistemáticas orientadas al análisis, evaluación, ponderación y gestión de los factores que contribuyen a la ocurrencia de los mismos.

La sociedad en general, es vulnerable frente al impacto de un evento potencialmente destructor, como por ejemplo: terremotos, epidemias, erupciones volcánicas, inundaciones, avalanchas, incendios, deforestación, contaminación, huracanes, maremotos, etc.

Esta vulnerabilidad está relacionada con las transformaciones en el ambiente físico y natural que merman las potencialidades y la resiliencia de las sociedades y de los ecosistemas de los cuales dependemos para nuestra subsistencia

Por lo tanto la reducción de riesgo de desastres debe ser entendida como un proceso integral, transversal y permanente en los procesos normales y cotidianos de desarrollo de un territorio.

El Grupo de Científicos de las asociaciones actores vinculados a la temática, que analizan las causas y efectos de los riesgos de desastres y su impacto en la sociedad; para ello convoca a participar al ámbito académico científico, los organismos gubernamentales, empresas privadas y públicas, órbita legislativa, Sociedades Civiles, ámbito educativo, el área de salud y la comunidad en general.

El conjunto de participantes provenientes de las diversas aéreas involucradas los temas con los riesgos de desastres, contarán con un ámbito de discusión común, donde será factible difundir las actividades realizadas, construir un diálogo sobre los avances, innovaciones, ideas, teorías y modelos, intercambiar ideas con sus colegas de las otras disciplinas, y establecer vínculos para incentivar la investigación, el análisis y la discusión respecto a la posibilidad de lograr la reducción y gestión adecuada de los riesgos de desastres.

## OBJETIVOS

---

1. Construir una visión integradora de la relación entre desarrollo territorial, sostenibilidad, democratización reducción y resiliencia del riesgo de desastres
2. Propiciar un Ámbito de discusión y difusión de las investigaciones y metodologías aplicadas, inherentes a riesgo de desastre
3. Comprender la verdadera amenaza para el desarrollo de los pueblos y la vida segura de las comunidades
4. Concientizar a las Áreas de gobierno y los tomadores de decisión de la necesidad de concebir como una prioridad la reducción del riesgo de desastres y su adaptación al cambio climático, promoviendo políticas y acciones en los procesos de desarrollo sostenible

5. Involucrar al sector académico y científico proporcionando el escenario adecuado para la difusión y discusión de los resultados referidos a la génesis y evolución del riesgo de desastres.
6. Sensibilizar y concientizar al sector privado y a la comunidad en general, de la necesidad de comprender la existencia del riesgo y el rol que les cabe frente al mismo.
7. Abordar la prevención del riesgo de desastre desde el sector educativo, como un factor multiplicador del conocimiento, mediante su identificación y caracterización, y la divulgación de medidas de prevención.
8. Promover la construcción de vínculos entre la población en riesgo, el estamento académico científico de las universidades y gobiernos, planteando acciones conjuntas de prevención y mitigación de sus efectos en la sociedad.

## INFORMACIÓN GENERAL

### Facultad de Tecnología y Ciencias Aplicadas - Universidad Nacional de Catamarca

La Universidad Nacional de Catamarca, creada en el año 1971, ha surgido como expresión neta de la teoría del desarrollismo, en el marco de la Ley Nacional N° 7.245.

El entonces Ministro de Educación y Cultura de la Nación, Dr. Gustavo Malek, había expresado que la "Nueva Universidad" debía reunir una serie de condiciones para atender cumplidamente los tres horizontes fundamentales de la acción universitaria (formación de hombres, de profesionales y de investigadores; o sea, cultura, saber y ciencia), poseer equilibrio humanístico-científico-tecnológico, ser realista en sus estudios e innovador en su metodología didáctica. Debía ser ágil y flexible en sus estructuras. En lo posible, sin ofrecimientos de carreras clásicas sino de aquellas consideradas como



más necesarias en sus zonas de influencia y abierta a todos los sectores populares. La Provincia de Catamarca, marginada del desarrollo económico, reunía las condiciones para la creación de su universidad. La comunidad catamarqueña se expresó a través de "mesas de trabajo" constituidas en toda la provincia y mediante consultas directas a entidades representativas del quehacer comercial, profesional, cultural y rural, sobre las carreras que la universidad debía implementar. Sobre la base de las condiciones fijadas por la política educativa y atendiendo a las líneas de desarrollo a promover, se estructuró la Universidad en los Departamentos de Ciencias Agrarias, Ciencias Económicas y de Administración, Ciencias Exactas y Naturales, de Humanidades, de Ciencias de la Salud y de Ciencias Aplicadas y Tecnología, los que luego en el año 1983, a través de la Resolución N° 0945, se transformaron en Facultades.

---

## Como Arribar a la Provincia de Catamarca

---

Hay múltiples accesos que permiten ingresar a la ciudad. Entre los más habituales están las rutas, que posibilitan realizar el viaje por micro o en automóvil. Las rutas de acceso a la ciudad son las rutas nacionales (RN) N° 38, N°9 y N°60 y las rutas provinciales (RP) N°33 y N°157.

Los micros arriban a la recientemente modernizada Terminal de Ómnibus de San Fernando del Valle de Catamarca, ubicada en la Avenida Guemes al 850, en pleno centro de la ciudad. Los mismos parten de múltiples provincias de la Argentina, entre ellas Buenos Aires, Córdoba, La Rioja, Salta, Tucumán y Santiago del Estero, etc.

Además, se puede realizar el viaje por avión, arribando al Aeropuerto Felipe Varela. Este aeropuerto recibe vuelos interprovinciales y regionales diariamente.

---

### Arribar en vehículo:

**Desde las Provincias de Buenos Aires, Santa Fe y Córdoba:** RN 9, RN 60 y RP 33 (Catamarca)

**Desde las Provincias de Salta, Jujuy, Tucumán:** RN 9 y RN 38

**Desde la Provincia de Santiago del Estero:** RN 9 y/o RN 64 y RN 38

**Desde las Provincias de Formosa, Chaco y Santa Fe:** RN 11, RN 16, RN 94, RN 89, RN 34, RN 64 y RN 38

**Desde las Provincias de Misiones y Corrientes:** RN 12, RN 16, RN 94, RN 89, RN 34, RN 64 y RN 38

**Desde la Provincia de Entre Ríos:** RN 12, RN 168, RN 19, RN 60 y RP 33 (Catamarca)

**Desde la Provincia de La Rioja:** RN 38

**Desde la Provincia de San Juan:** RN 141, RP 29 (La Rioja), RP 27 (La Rioja) y RN 38

**Desde las Provincias de Mendoza:** RN 40, RP (San Juan), RN 20, RN 141, RP 29 (La Rioja), RP 27 (La Rioja) y RN 38

**Desde la Provincia de San Luis:** RN 146, RN 79 y RN 38

**Desde la Provincia de la Pampa:** RN 35, RN 8, RN 36, RN 60 y RP 33 (Catamarca)

**Desde la Patagonia Andina:** RN 40, RN 258, RN 237, RN 151, RN 143, RP 153 (Mendoza), RN 7, RN 40, RP (San Juan), RN 20, RN 141, RP 29 (La Rioja), RP 27 (La Rioja) y RN 38

**Desde la Patagonia Atlántica:** RN 3, RN 251, RN 22, RN 154, RN 35, RN 8, RN 36, RN 9, RN 60 y RP 33 (Catamarca)

## SEDE DEL CONGRESO - Predio Ferial Catamarca

El Predio Ferial Catamarca se encuentra a 4 km del centro de la capital catamarqueña y está inserto en las extensiones del Campo Las Heras (548 hectáreas), campo destinado a alojar algunas de las dependencias del Poder Ejecutivo en la Ciudad de San Fernando del Valle de Catamarca. Conforman, junto al Estadio Bicentenario, un polo turístico y de eventos único en su tipo en la Provincia. El predio cuenta con cuatro pabellones rodeados de espacios anexos cubiertos y semicubiertos, como galerías, depósitos, boleterías, oficinas administrativas, baterías de baños.

**Pabellón de Espectáculos 1 "A"**

El pabellón de espectáculos es donde tradicionalmente se monta el escenario mayor del Festival Nacional e Internacional del Poncho. Su superficie total, sumando espacios anexos (mercado, espacio para gastronomía, etc) suma 7938 m<sup>2</sup> cubiertos. Este pabellón es un espacio multifuncional que por su flexibilidad permite organizar espectáculos, exposiciones y convocatorias numerosas. Tiene una capacidad para 4.000 personas sentadas distribuidas en la planta baja y 600 personas sentadas en el palco de la planta alta. El salón cuenta con tratamiento acústico en

todo su perímetro con panel tipo fibresitex y tratamiento termoacústico con "thermocom", proyectado en los cielorrasos.

**Pabellón de Exposiciones 1 "B"**

El pabellón 1 "B" está ubicado en el lado derecho de la calle central, frente al pabellón 1 "A". Cuenta con una superficie cubierta de 3007.06 m<sup>2</sup>, incluyendo sala, depósitos, locales comerciales y hall de ingreso. Es un pabellón exclusivamente preparado para exposiciones y eventos del tipo. Tiene una importante sala de planta libre, para lo cual se provee una grilla de instalaciones que alimenta los distintos stands.

**Pabellones de Exposiciones 2 "A" y "B"**

Estos pabellones se encuentran ubicados al margen de la calle central, a continuación de los pabellones de espectáculos 1 "A" y el de exposiciones 1 "B". Ambos abarcan una superficie cubierta de 6.600 m<sup>2</sup>, incluyendo hall, sala, depósitos, locales comerciales, baños y zonas gastronómicas. En estos pabellones prevalece una planta libre, lo que les da versatilidad para poner montar instalaciones y stands.

**Estacionamientos**

Los estacionamientos están dispuestos en los márgenes norte del Predio, con una capacidad de 530 autos respectivamente.

**Exposiciones al Aire Libre**

Una superficie de 13.217 m<sup>2</sup> sobre el margen este está destinada a la colocación de hasta 42 carpas de 10 x 20 metros

cada una. Estos espacios sirven de soporte a los pabellones en la Fiesta Nacional e Internacional del Poncho o para exposiciones transitorias durante cualquier época del año.

### Espacio verdes

Están distribuidos a través del predio, acompañando el recorrido de la caminería de soporte, generando espacios de expansión y relax. Estos espacios cuentan con una marcada identidad, que es fiel a la del predio completo.

## PROVINCIA DE CATAMARCA - Historia

La provincia de Catamarca se encuentra ubicada en la Región Noroeste de la República Argentina, y sus límites son: al Norte la provincia de Salta; al Este las provincias de Tucumán y Santiago del Estero; al Sur Córdoba y La Rioja; y al Oeste la República de Chile por medio de la Cordillera de los Andes. Tiene una superficie de 102.602 kilómetros cuadrados. Su situación astronómica aproximada es entre los 25° 12' y 30° 40' de latitud Sur y desde los 64° 55' hasta los 69° 28' de longitud Oeste.

La capital de la provincia de Catamarca es San Fernando del Valle de Catamarca y se encuentra a orillas del río del Valle y al pie del cerro Ambato.

Integra la región semiárida del país, está a 543 m.s.n.m., enclavada en un valle delimitado por las sierras de Ambato y Ancasti. Sus alturas andinas, los ríos y lagunas, hacen de esta zona un lugar ideal para el entusiasta de las excursiones.

El clima es templado continental con temperaturas medias anuales de 20° C en el este y centro, con máximas de 45° C en verano. En invierno la temperatura varía entre los 20° C y los 5° C, registrándose en la zona de alta montaña temperaturas de hasta -25° C. A San Fernando del Valle de Catamarca se puede acceder en avión hasta el Aeropuerto Felipe Varela, que está a escasos kilómetros de la ciudad. Recibe diariamente vuelos interprovinciales de tres compañías privadas y tres vuelos semanales de carácter regional. Catamarca en voz quechua significa "fortaleza en la falda" y sugiere el emplazamiento topográfico de la ciudad de San Fernando del Valle de Catamarca.

Lugar elegido por turistas de todas partes, encierra innumerables atractivos naturales y culturales. Ofrece la posibilidad de desarrollar actividades como trekking, mountain bike, cabalgatas y excursiones en camionetas 4x4, además de conservar fascinantes circuitos históricos y arqueológicos.



En la ciudad se recomienda visitar la Catedral, con su estilo neoclásico, la plaza central 25 de Mayo, con su particular trazado, los museos Arqueológico, Artesanal, de Bellas Artes y del Deporte, además de la conocida Gruta de la Virgen del Valle

Sobre las montañas, a escasos kilómetros del centro, se puede conocer la Cuesta del Portezuelo, La Puerta, El Rodeo – bellos sitios de ensueño– y los diques El Jumeal y Las Pirquitas, donde pueden desarrollarse actividades náuticas. En la época invernal la ciudad es sede de la Fiesta Nacional del Poncho, en la cual se realizan exposiciones de ponchos, fajas decoradas, tapices, frazadas, alfombras y demás tejidos regionales.

San Fernando del Valle de Catamarca es sin dudas un lugar para disfrutar de la hospitalidad de sus paisajes y de su gente.

PROGRAMA GENERAL CONGRESO INTERNACIONAL SOBRE RIESGOS DE DESASTRES Y DESARROLLO TERRITORIAL SOSTENIBLE - CIRiDe						
INTERNATIONAL CONGRESS ON DISASTER RISK AND SUSTAINABLE TERRITORIAL DEVELOPMENT SCHEDULE						
ACTIVIDADES PRE CONGRESO – PRE-CONGRESS ACTIVITIES						
Actividad	Fecha	Disertante:	Característica	Modalidad	Dirigido a	Lugar de la actividad
"Gestión de Riesgo de Desastres"  Disaster Risk management	15 al 19 de abril de 2013, de 09 a 13 y de 14 a 17 hs	Dra. Irasema Alcántara Ayala - Universidad Autónoma de México (UNAM)	Curso Internacional Con Validez Para Doctorado International Course valid for Doctorate	Teórico / Teórico-práctico	Geólogos, Ingenieros de Minas, Agrimensores, Ambientales, Geógrafos y disciplinas afines. Geologists, Mining Engineers, Land Surveyors, Environmental, Geographers and related disciplines.	Salón Auditorio Facultad de Tecnología y Ciencias Aplicadas UNCa
"Seminario de Empleo de Tecnologías de Información Geográfica para la Gestión y Reducción de Riesgos de Desastres"  Use of Geographic Information Technologies for the Management and Reduction of Disaster Risk"	18 y 19 de abril de 2013, de 09 a 13 y de 14 a 17 hs.	Dra. Mercedes Acosta Dr. Ricardo Villalba Ing. Julio C. Benedetti Lic. Horacio Catellaro Lic. Alejandra Guaras Lic. Mariana Gasparotto	Seminario Taller workshop seminar	Teórico / Teórico-práctico  Theoretical/Theoretical and practic	Geólogos, Ingenieros de Minas, Agrimensores, Ambientales, Geógrafos y disciplinas afines. Geologists, Mining Engineers, Land Surveyors, Environmental, Geographers and related disciplines.	Instituto de Informática - IDI Facultad de Tecnología y Ciencias Aplicadas UNCa

## CURSO DE POSGRADO CON VALIDEZ PARA DOCTORADO

### "GESTIÓN DE RIESGO DE DESASTRES"

**DISERTANTE:** DRA. IRASEMA ALCÁNTARA AYALA

#### Contenidos Generales del Curso:

#### **1. Marco teórico-conceptual, enfoques y corrientes.**

La visión tradicional de los desastres: conceptos y críticas

La visión alternativa: conceptos

Los desastres como procesos de construcción social

#### **2. Amenazas, vulnerabilidad y riesgo.**

Tipología de amenazas de origen natural

Tipología de amenazas antrópicas

El concepto de vulnerabilidad

Vulnerabilidad social y susceptibilidad ambiental

El concepto de riesgo

Desastres y desarrollo

#### **3. Metodología FORIN: Investigaciones forenses de los desastres.**

Análisis crítico de las causas de los desastres

Meta-análisis

Análisis longitudinales

Escenarios

#### **4. Trabajo inter, multi y transdisciplinario.**

Trabajo interdisciplinario

Trabajo multidisciplinario

Trabajo transdisciplinario y gestión de riesgo de desastres

**SEMINARIO DE EMPLEO DE TECNOLOGÍAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA  
PARA LA GESTIÓN Y REDUCCIÓN DE RIESGOS DE DESASTRES**

**JUEVES 18 DE ABRIL**

<b>HORARIO</b>	<b>ACTIVIDAD</b>
<b>8.30 - 9.00</b>	Acreditación
<b>9.00 - 9.30</b>	Apertura y presentación del Seminario
<b>9.30 -10.00</b>	Exposición: -INTRODUCCIÓN CONCEPTUAL A LA GESTIÓN DE RIESGO DE DESASTRES SEGÚN EL MARCO DE HYOGO. Disertante: Dra. Mercedes Acosta
<b>10.00 - 11.00</b>	Exposición: -NOCIONES BÁSICAS DE GEOMÁTICA y MODELIZACIÓN ESPACIAL APLICADAS AL MAPEO DE RIESGO. Disertante: Ing. Julio C. Benedetti
<b>11.30 - 13.00</b>	Ejercicio 1: “El mapeo de Riesgos” Ejercitación práctica empleando la herramienta de software libre gvSIG 1.12 para la utilización de geomática aplicada al mapeo de riesgo. Para la realización del ejercicio se utilizará un conjunto de datos pertenecientes a un caso real.
<b>14.00 -16.00</b>	Ejercicio 1 (continuación): “El mapeo de Riesgos”
<b>16.00 - 17.30</b>	Taller 1: Necesidades de mapeo de riesgos en la Argentina y la Región. A partir de un disparador se busca generar un debate y brindar contribuciones para aplicar en otros ámbitos.
<b>17.35</b>	Sorteo cartográfico

**VIERNES 19 DE ABRIL**

<b>HORARIO</b>	<b>ACTIVIDAD</b>
<b>9.30 - 10.00</b>	Exposición: -TECNOLOGÍA IDE. Disertante: Lic. Horacio Castellaro
<b>10.00 - 10.30</b>	Exposición: -IDERA. Disertante: Lic. Alejandra Guaras
<b>11.00 - 13.30</b>	EJERCICIO 2. “Utilización de Servicios IDE” Se realizará una ejercitación práctica empleando la herramienta de software libre gvSIG 1.12 para conocer las herramientas que ofrece la tecnología IDE para la gestión de riesgo. Para la realización del ejercicio se utilizará información perteneciente a la realidad.
<b>14.30 - 15.00</b>	Exposición: - ANIDA y Atlas de Catamarca. Disertante: Lic. Mariana Gasparotto.
<b>15.00 - 16.00</b>	Taller 2. Empleo de las IDE en el mapeo de Riesgos. A partir de un disparador se busca generar un debate y brindar contribuciones para aplicar en otros ámbitos.
<b>15.30</b>	Consideraciones Finales
<b>16.00</b>	Sorteo Cartográfico



ACTIVIDADES DURANTE EL CONGRESO- SIMPOSIOS					
Día/day	Horario	Salón 1	Salón 2	Salón 3	Salon4
23/04	09-12 hs	09-12 hs. SIMPOSIO Integración de la información científica para la gestión de riesgos de desastres y su prevención <i>Integration of scientific information for management and prevention of disaster risk</i> <u>Moderadores:</u> Dr.Jorge Tezon - CONICET	09-12 hs. SIMPOSIO <i>Sesión de la Comisión Goescience in Environmental Management –GEM de la International Union on Geological Sciences IUGS</i> Parte I <u>Moderador:</u> Dr. Brian Marker (United Kingdom)	09-12 hs. SIMPOSIO La reconstrucción y resiliencia frente a riesgos de desastres sistema de alerta temprana <i>The rebuilding and resilience faced with disaster risks</i> Conferencia INGENIERIA SISMICA- Dr Rodolfo Garcia- INPRES <u>Moderadores:</u> Mgter. Patricia Maldonado, Ing. Julio Ramos Ponencias: 124 – 179 – 181 – 182 - 183	Taller Institucional  Prevención sísmica: mitigación del riesgo de desastre - Ing. Rodolfo García INPRES
	12 – 14	Lunch			
	14- 18 hs	14-18 hs. SIMPOSIO El sistema de salud frente a las Emergencias y catástrofes <i>The health system in the presence of emergencies and disasters</i> Conferencias: LA GEOLOGÍA MÉDICA: INFLUENCIA DE LOS MINERALES EN LA SALUD Dr. Diego Fridman- FUNCEI  RESPUESTA DEL SISTEMA DE SALUD ANTE EMERGENCIAS Y CATÁSTROFES Lic. José Luis Serrano  <u>Moderadores/ Moderators</u> Mgter. Diego Fridman Fundación Centro de Estudios Infectológicos. (FUNCEI)- UBA- Dr. Norberto Bazán - Same Catamarca Ponencias: 132 – 148 – 150	14-18 hs. SIMPOSIO <i>Sesión de la Comisión Goescience in Environmental Management –GEM de la International Union on Geological Sciences IUGS</i> Parte II <u>Moderador/Moderator</u> Dr. Brian Marker (United Kingdom)	Los riesgos de desastres y la sustentabilidad territorial <i>The disaster risks and the territorial sustainability</i> <u>Moderadores Moderators:</u> Lic. Marcela Varela – Lic. Alejandra Cacciabue  Ponencias: 102 – 112 – 113 – 140 – 142	Taller Educativo  Nanociencia y la nanotecnología. impactos y riesgos  Dra. Valle Ortíz y Dra. Nieves Comelli, Lúcas Arjona
16 hs	Café /Coffe				

ACTIVIDADES DURANTE EL CONGRESO- SIMPOSIOS					
Día/day	Horario	Salón 1	Salón 2	Salón 3	Salon4
23/04	09-12 hs	09-12 hs. SIMPOSIO Integración de la información científica para la gestión de riesgos de desastres y su prevención <i>Integration of scientific information for management and prevention of disaster risk</i> <u>Moderadores:</u> Dr.Jorge Tezon - CONICET	09-12 hs. SIMPOSIO <i>Sesión de la Comisión Goescience in Environmental Management –GEM de la International Union on Geological Sciences IUGS Parte I</i> <u>Moderador:</u> Dr. Brian Marker (United Kingdom)	09-12 hs. SIMPOSIO La reconstrucción y resiliencia frente a riesgos de desastres sistema de alerta temprana <i>The rebuilding and resilience faced with disaster risks</i> Conferencia INGENIERIA SISMICA- Dr Rodolfo Garcia- iNPRES <u>Moderadores:</u> Mgter. Patricia Maldonado, Ing. Julio Ramos Ponencias: 124 – 179 – 181 – 182 - 183	Taller Institucional  Prevención sísmica: mitigación del riesgo de desastre - Ing. Rodolfo García INPRES
	12 – 14	Lunch			
	14- 18 hs	14-18 hs. SIMPOSIO El sistema de salud frente a las Emergencias y catástrofes <i>The health system in the presence of emergencies and disasters</i> Conferencias: LA GEOLOGÍA MÉDICA: INFLUENCIA DE LOS MINERALES EN LA SALUD Dr. Diego Fridman- FUNCEI  RESPUESTA DEL SISTEMA DE SALUD ANTE EMERGENCIAS Y CATÁSTROFES Lic. José Luis Serrano <u>Moderadores/ Moderators</u> Mgter. Diego Fridman Fundación Centro de Estudios Infectológicos. (FUNCEI)- UBA- Dr. Norberto Bazán - Same Catamarca Ponencias: 132 – 148 – 150	14-18 hs. SIMPOSIO <i>Sesión de la Comisión Goescience in Environmental Management –GEM de la International Union on Geological Sciences IUGS Parte II</i> <u>Moderador/Moderator</u> Dr. Brian Marker (United Kingdom)	Los riesgos de desastres y la sustentabilidad territorial <i>The disaster risks and the territorial sustainability</i> <u>Moderadores Moderators:</u> Lic. Marcela Varela – Lic. Alejandra Cacciabue  Ponencias: 102 – 112 – 113 – 140 – 142	Taller Educativo  Nanociencia y la nanotecnología. impactos y riesgos  Dra. Valle Ortíz y Dra. Nieves Comelli, Lúcas Arjona
16 hs	Café /Coffe				

ACTIVIDADES DURANTE EL CONGRESO- SIMPOSIOS					
Día/day	Horario	Salón 1	Salón 2	Salón 3	Salón 4
24/04	09-12 hs	09-12 hs. SIMPOSIO La investigación académica y los riesgos de desastres <b>The academic research and the disaster risks</b> Conferencia: PLANNING AND CONTROL OF MINERAL WORKING IN ENGLAND – Dr. Brian Marker <u>Moderadores:</u> Dra. Adriana Niz, UNCa Dra. Irasema Alcantara Ayala UNAM- Juan C. López Avalos Instituto Geofísico de Perú.  Ponencias: 116 – 119 – 169 – 171 – 174 – 184	09-12 hs. SIMPOSIO El sector educativo y la prevención del riesgo de desastres <b>The educational sector and the disaster risk precaution.</b> EL EQUIPO DE SALUD ANTE LOS DESASTRES Dr. Norberto Bazán SAME-CAT  <u>Moderadores:</u> Ing. Jorge Oviedo - Dra. Valle Ortiz UNCa  Ponencias: 110 – 115 – 120 - 176	Taller Educativo  Acercando la geología a la escuela IMCoDeG- Lic Marcela Varela	Taller Institucional  La información satelital y su utilidad en eventos de desastres IMCoDeG-  Ing. Marcelo Savio Ing. Juan Carlos Toledo Ing. Marcela Montivero
	12 – 14	Lunch			
14 hs	Tarde libre. "Programa Conozca Catamarca" ver sitio web				

SECCION ORAL - ORAL SECTION		
COD.	Autor/es	Título - title
<b>La política pública y su relación en la gestión y reducción de riesgos</b>		
103	<i>Martínez Sacristán, Hernando</i>	Usted necesita una política pública para mitigar un desastre natural, social o tecnológico; no es así? Lejos de la retórica, más cerca de la realidad.
156	<i>Murgida, Ana María, Guebel, Claudia F. &amp; Natenzon, Claudia E.</i>	El aire en la agenda pública de grandes ciudades. Temas en debate y actores involucrados en la CABA-Ciudad Autónoma de Buenos Aires.
186	<i>Gálvez, Judith - Sánchez Silva, Herta</i>	Políticas públicas: una respuesta a los efectos de los desastres en población vulnerable. Caso de la erupción del volcán Chaitén. Chile
201	<i>Galeano, G.</i>	Comunicación y gestión de riesgos de desastres. Aportes para la construcción de una cultura de riesgo. Caso Catamarca
202	<i>Cabur, J, Galeano, G.</i>	Política pública de prevención. El desafío de visibilizar lo intangible. Caso Catamarca
<b>Los riesgos de desastre y la sustentabilidad territorial</b>		
102	<i>Fernández, Diego - Lutz, María A.</i>	Cartografía de la aptitud de los suelos con fines ingenieriles en la ciudad de San Miguel de Tucumán, provincia de Tucumán
112	<i>Genitile, Rodolfo O.</i>	Deslizamientos en sectores de los partidos de Tandil y Benito Juárez (Tandilia, Provincia de Buenos Aires)
113	<i>Morales Suvires, Natalia - Nacif, Nora</i>	Desarrollo sustentable y mitigación de los efectos del riesgo sísmico en el Valle de Zonda, San Juan, Argentina.
140	<i>Musurana, Adriana - Eremchuck,</i>	Evaluación de los Pasivos Ambientales Mineros de la Mina Incahuasi –

	<i>Jorge</i>	Catamarca, Argentina.
142	<i>Chayle, Waldo &amp; Rosas, Silvia A.</i>	Riesgo Sísmico en la Provincia de Jujuy LRDST AS
<b>Legislación y riesgos de desastres</b>		
144	<i>Sayago, Florencia</i>	Marco legal y administrativo en materia de cambio climático en la República Argentina
<b>La planificación del territorio frente al riesgo</b>		
105	<i>La Valle, Laura</i>	La ruptura del Glaciar Perito Moreno: un espectáculo único ... y un problema litoral.
121	<i>Caeiro, Rafael Enrique</i>	Elementos importantes del enfoque territorial del desarrollo rural.
123	<i>García Garaygorta, Silvia - Torrisi, Daniela</i>	Incorporando el enfoque de riesgo en la planificación territorial. El caso de la Provincia del Neuquén.
163	<i>Zapata Balanqué, José A., Prieto Lescaille, Ilsa M., Rosabal Domínguez, Sandra Y.</i>	Necesidad del reordenamiento urbano: Modelación de los potenciales impactos ambientales negativos por terremoto severo en Santiago de Cuba, incidencia en el desarrollo humano local
166	<i>Maldonado, Vilma Patricia</i>	Propuesta para el fortalecimiento de un proceso de planificación estratégica con enfoque en reducción integral del riesgo de desastre en Catamarca. R.A.
205	<i>Platzeck, Gabriel R.</i>	La Carta Internacional de Emergencias (Charter)
<b>Las nuevas Tecnologías de Información Geográfica (TIG) y las Infraestructuras de Datos Espaciales (IDE) ante los riesgos de desastres</b>		
122	<i>Scognamillo, Amelia &amp; Romero, Mirta</i>	Aplicación de un SIG en la modelización de escenarios de riesgo sísmico para San Juan.
128	<i>Jurio, Elsie, Torrens, Celía, Membribe, Anahí &amp; Pérez, Germán</i>	Los sistemas de información geográfica en la evaluación del riesgo ambiental en el ejido de Villa Pehuenia.
131	<i>Burgos, Víctor H. &amp; Maza, Jorge A.</i>	Modelación numérica del riesgo por inundaciones en El Rodeo, Catamarca
147	<i>Wasowski, J., Bovenga, F., Nitti, D.O., Nutricato, R.</i>	High resolution satellite radar interferometry for detecting and warning of ground and infrastructure instability hazards in mountainous environments.
167	<i>Quiroga, Pablo Oscar, Vega, Luis Manuel</i>	Aplicaciones de los SIG al análisis y gestión del riesgo de inundaciones. Estudio de caso: márgenes del Río del Valle de San Fernando del Valle de Catamarca.

<b>Sistemas de alerta temprana y respuesta ante el evento de riesgos de desastres</b>		
181	<i>Menso, Rubén Mario del Valle</i>	Las acciones de prevención frente a los desastres inundantes que produce el arroyo La Cañada en el sector sur oeste de la ciudad de Córdoba R.A.
182	<i>Cañizares, N.B., Robredo Sanchez, J.C., Chalabe, S.A., Robles, V.M., Astorga, F., Maigua, L. Mostajo, C.</i>	Sistema de alerta temprana como herramienta de prevención de riesgos. Provincia de Jujuy. Argentina.
194	<i>Manzoni, C., Delménico, A., Beigt, D. y Villarosa, G.</i>	Análisis preliminar de susceptibilidad frente a tsunamis lacustres en costas urbanizadas del lago Nahuel Huapi (Río Negro) en base a la interpretación de imágenes satelitales y fotos aéreas.
<b>Los riesgos de desastre y el cambio climático</b>		
109	<i>Chávez, R. - Villegas, D. - Altobelli, S.</i>	Peligrosidad Geológica en los alrededores de Trevelin, provincia de Chubut.
126	<i>Moyano, R. - González Porcel, E. - Davis, A. - Guervara, B.</i>	Desarrollo sostenible en el contexto del cambio climático: propuesta interdisciplinaria para la evaluación de riesgos en actividades productivas.
129	<i>Plaza, Gloria</i>	Propuesta de herramienta de gestión para mitigar los efectos del cambio climático: inundaciones

133	<i>Tejedo, Alejandra</i>	Hoja de peligrosidad geológica Villa Dolores
139	<i>Eremchuck, Jorge - Cisternas, Miriam</i>	Cambio climático y evolución hidrogeoquímica de la cuenca del río Andalgalá. Prov. de Catamarca. Rep. Argentina
<b>La investigación académica y los riesgos de desastre</b>		
116	<i>Fernández, Manuela</i>	Investigación interdisciplinaria para el análisis y evaluación de riesgos de deslizamientos: el caso del municipio de Uspantán, Guatemala.
119	<i>Pittaluga, María - Flores, Daniel</i>	Zonificación de la peligrosidad de aluviones, como herramienta para la planificación territorial. Caso de estudio: Valle de Zonda, San Juan, Argentina.
169	<i>Gómez, J.C. Macías, J.L. Arce, J.L., Sánchez-Nuñez, J.M. y Siebe, C.</i>	Caracterización geológica de los depósitos de avalancha de escombros en Chuquibamba y Cotahuasi, región Arequipa
171	<i>Sanabria; J.A., Paredes, R.; Ambrosino, S.; Rouzaut, S.</i>	Degradación de suelos por erosión hídrica en la llanura central de Córdoba. Cárcava de Corralito. Argentina
174	<i>Vilches, Fátima, Fuentes, Susana, Verón, J. A. y Palomeque, L. I.</i>	Riesgo de contaminación de acuíferos en el ambiente urbano de la ciudad de Catamarca. Argentina.
187	<i>Rosas, Mario, Wilson, Carlos</i>	Riesgo de colapso en el represamiento natural Laguna Atuel, provincia de Mendoza, Argentina.
<b>El sector educativo y la prevención de riesgos de desastre</b>		
110	<i>Cicconi, Lourdes</i>	Aportes para la reducción de la vulnerabilidad educativo
115	<i>Balamceda, María I. - Aparicio, Miriam</i>	Enfoques sobre riesgo y desastres en algunos manuales escolares disponibles en la actualidad en la ciudad de San Juan, Argentina
120	<i>Gea, Susana B., Argenti, Pablo</i>	Formación académica en mitigación de desastres en Ingeniería Industrial
176	<i>Rodríguez, Virginia, Reiloba, Sergio, Yacante, María, Heredia, Sergio</i>	Incrementar la Seguridad y Resiliencia Sísmica en la Escuela
<b>El sistema de salud frente a las emergencias y catástrofes</b>		
132	<i>Chalabe, S.A., Chalabe, A.M., Prieto, L.I.V., Cañizares, N.B., Robles, V.M., Franco, Ma. G.</i>	Caracterización espacial de la vulnerabilidad a partir de datos generados por el sistema de salud.
148	<i>Chalabe, Ana M. - Chalabe, Susana</i>	Metodología para control de epidemias
150	<i>Abeldaño, A.; Fernández, R.; Estario, J.; Enders, J</i>	Epidemiología espacial de los trastornos de estrés postraumático en Chile a partir del terremoto del 27-F.
188	<i>Centeno, Jose A.</i>	Health effects from exposure to atmospheric dust and other particulates. Defining the risks from a medical geology perspective. jose.a.centeno@us.army.mil
<b>La reconstrucción y resiliencia frente a riesgos de desastre</b>		
124	<i>Suvires, Graciela M. y Gamboa, Lucía A.</i>	Medidas de autosuficiencia social ante el peligro sísmico. Caso de estudio: Dptos. De Ullum y Zonda, provincia de San Juan.
179	<i>Arroyo Cardoso, Jorge</i>	Construcción del desastre, riesgo y reubicación de comunidades en Anganguo, Michoacán; México
183	<i>Salaberry, Graciela M.</i>	Visión de Primera Línea en Uruguay
<b>El patrimonio cultural tangible y los riesgos de desastre</b>		
184	<i>Palacios, Ricardo - Ramos, Julio</i>	Las interfases físicas como estrategia para la sustentabilidad urbano territorial: el caso de la ciudad de Catamarca. República Argentina.
190	<i>Niz, Adriana E., Oviedo, J.A., Toledo, J.C., Perea, A. &amp; Maldonado, V. P.</i>	Propuesta de prevención y recuperación Shincal de Quimivil frente al riesgo hídrico – Londres - Belén – Catamarca.

<b>SECCION DE POSTERS</b>		
Los posters quedarán exhibidos los días 23 y 24 de abril durante todo el día.		
<b>COD.</b>	<b>Autor/es</b>	<b>Título - title</b>
<b>Los riesgos de desastre y la sustentabilidad territorial</b>		
111	<i>Perucca, L. - Millán, J. L. - Bustos, D. - Onorato, M. - Vargas N.</i>	Análisis neotectónico del corrimiento la cantera, precordillera central, San Juan, Argentina. Su evaluación como fuente sismogénica potencial.
134	<i>Olmedo Vergara, Luis</i>	Evaluación de la sustentabilidad de un sistema nogalero natural reconvertido.
135	<i>Fernández, Rubén I.</i>	Uso del Índice QBR (Calidad de Bosque de Ribera) como indicador del riesgo de inundación en la cuenca distal del río Gastona. Provincia de Tucumán. República Argentina.
143	<i>Gómez, J. C., Macías, J. L., Arce, J. L., Sánchez-Nuñez, J. M. y Siebe, C.</i>	Caracterización geológica de los depósitos de avalancha de escombros en Chuquibamba y Cotahuasi, Región Arequipa.
157	<i>Jaular, Miguel A.</i>	Algunos problemas puntuales en el valle Antinaco-Los Colorados del recurso hídrico. Consumo humano y ordenamiento territorial.
158	<i>Medina, José A, Visich., María del Carmen</i>	Caracterización morfológica del arroyo Potrero Grande - Salta
159	<i>Erenchuck, J., Busnelli, J. y Catelluccio, G.</i>	Evaluación del grado de torrencialidad de los ríos Candado y Blanco, tributarios del Andalgalá (provincia de Catamarca - noroeste de Argentina).
160	<i>Ayala, R., Cejas, G., Paredes, R., Dogliani, J. y Rubín, D.</i>	Formulación de un modelo de urbanización sustentable en la cuenca superior del Rio Grande - San Luis
<b>La planificación del territorio frente al riesgo</b>		
118	<i>Scognamillo, A., Pringles, A. &amp; Albarracín, O.</i>	Vulnerabilidad social asociada al sismo de sectores con NBI
161	<i>Ragno, Jorge</i>	Aportes al Mapa de Riesgo Sanitario de Santiago del Estero como Herramienta de Gestión Ambiental
162	<i>Martín, Alfredo</i>	Mapa de riesgo sísmico en base a la relación grado geotérmico vs. magnitud en sismos superficiales del centro oeste de la Provincia de Santiago del Estero.
164	<i>Massera, Cristina B., Navarro, Lía</i>	Riesgo urbano de la ciudad de Comodoro Rivadavia (Chubut): cartografía temática como instrumento del planeamiento.
<b>Los riesgos de desastre y el cambio climático</b>		
185	<i>Delgado, F., Tito, V., Del Castillo, B. &amp; Benavente, C.</i>	Deslizamientos del Cerro Pícol: implicancias geodinámicas y neotectónicas
193	<i>Collantes, Mirian y González, Leila</i>	Climatic and anthropogenic mechanisms of the desertification process in the Santa María Valley, northwestern Argentina
195	<i>Villalba, Gabriela</i>	Modelo geohidrológico del sistema acuífero freático-agua superficial en la región de los Bañados del Tigre Muerto - Córdoba, Argentina.
<b>La investigación académica y los riesgos de desastre</b>		
117	<i>Jerez, Sergio</i>	La geografía de los riesgos naturales. Experiencias logradas en la carrera de geografía de la UTN
138	<i>Zotto, Elda</i>	Reducción del riesgo de contaminación en el drenaje ácido de mina (DAM) mediante tratamiento con bacterias reductoras de sulfatos (BRS)
168	<i>Torielli, C.A., Mansilla, L. del V. Regis, L. B.</i>	Cálculo de parámetros morfométricos para determinar riesgo de inundación en subcuencas del río Cosquín, Córdoba, Argentina
170	<i>Tancredi, Elda</i>	Consorcio global de universidades para la gobernanza integrada del riesgo: una plataforma para la nueva generación de investigadores en enfoques multi y trans-disciplinarios
172	<i>Rivelli, Felipe R.</i>	Las dunas de los Colorados un caso de riesgo eólico para la zona - Jujuy . R.A.

173	<i>Ovejero, Ana I., Francile, Franco, Gracia, Eugenia</i>	Herramientas Metodológicas de Gestión en Terrenos Geológicos. Localidad de Balcosna.
189	<i>Niz, Adriana; Oviedo, Jorge; Toledo, Juan; Lamas, Cinthia</i>	El impacto de los incendios forestales en los procesos de erosión localidades Los Varelas y Los Talas- Departamento Ambato – Catamarca - Argentina
191	<i>Niz, A.; Oviedo, J.; Salas, A.; Varela, M.; Savio, M.; Lamas, C., Ordoñez, R.</i>	Descripción geomorfológica y caracterización de los riesgos debidos a procesos geomorfológicos en el tramo La Merced - Huaycama, Dptos. Paclin y Valle Viejo - Catamarca- Argentina
192	<i>Watkins, Silvia</i>	Empleo de fitoremediación para el control drenaje ácido
196	<i>Leiva, Alicia Azucena</i>	Procesos de Piping en el paraje El Barrialito. Cuenca del río Anzulón. Provincia de La Rioja
198	<i>Cinthia A. Lamas; Adriana E. Niz</i>	Identificación de los riesgos geomorfológicos presentes en la ruta El Rodeo-La Puerta- Dpto. Ambato-Catamarca
200	<i>Moreno, J., Poliche, V, Molina, M, Lobo, E., Leguizamón, M.B., Casas, M.B.</i>	PMBOK® en el Gerenciamiento de Proyectos de Riesgos de Desastres
<b>El sector educativo y la prevención de riesgos de desastre</b>		
175	<i>Rodríguez, V., Reiloba; S., Yacante, M., Heredia, S.</i>	Habitar la universidad reduciendo riesgo sísmico
177	<i>Menso, Rubén M. del V., Cappri, Norma del V. y Murúa, Diego R.</i>	Los desastres naturales como eje de articulación entre sistema de educación superior, el de educación media y la comunidad de Unquillo provincia de Córdoba (R.A.)
178	<i>Ferrero, Aurelio, Rebord, Gustavo</i>	Propuesta pedagógica de la materia Hábitat en Riesgo, en la Universidad Nacional de Córdoba
<b>El sistema de salud frente a las emergencias y catástrofes</b>		
141	<i>Mutti, Diana - Fridman, Diego</i>	Programa de Investigación en Geología Médica. Una propuesta de integración de las Ciencias de la Salud y las Ciencias Básicas y del Ambiente: sumando esfuerzos para la reducción de riesgos y el desarrollo sostenible.
<b>La reconstrucción y resiliencia frente a riesgos de desastre</b>		
127	<i>Weigert Reinholt, Guillermo</i>	El factor humano en el riesgo por erosión retrocedente del Río Grande de Jujuy entre Volcán y Peña Azul (Departamento Tombaya - Pcia de Jujuy)
180	<i>Visintini, María Laura</i>	El riesgo como construcción social: el estudio de la percepción para el caso de la inundación del año 2007 en San José del Rincón (Santa Fe)

## LA RESPUESTA FRENTE AL RIESGO SISMICO DESDE EL SISTEMA EDUCATIVO

### RESPONSABLES:

Dra. Adriana Niz

### FUNDAMENTACION

Del análisis estadístico de los registros de últimos diez años proporcionados por INPRES, USGS y MDZ, se percibe una recurrencia constante de perturbaciones sísmicas que superan la magnitud 3 según Richter; entre los cuales se destaca el ocurrido el 07 de septiembre de 2004 (magnitud 6,5 Richter) con sus correspondientes replicas (más de 200) que variaron entre 4 y 5 según Richter, que ha dejado al desnudo falencias serias, no solo en el orden estructural y de las condiciones de infraestructura en la provincia, sino también en el accionar de la sociedad y la respuesta frente al evento, se podía observar un gran desorden y confusión que ponía en verdadero riesgo la vida de las personas.

La comunidad educativa por su número, diversidad de edades, condiciones socio-económicas, psicológicas, etc., si bien es la más vulnerable frente a los eventos de riesgo es, sin dudas, el punto neurálgico de aprehensión y transmisión del conocimiento, de allí la importancia de recibir capacitación adecuada.

La situación de las escuelas de nuestra provincia, resulta alarmante; la posibilidad de que ocurra un sismo de magnitud importante es sistemáticamente minimizada en todos los niveles, lo que queda evidenciado por la ausencia de conductas preventivas, tanto en el ámbito escolar como familiar. Nuestros niños y jóvenes, y en general la comunidad catamarqueña, conviven diariamente con el peligro de la desinformación, o lo que a veces resulta más grave, la información errónea, librados a sus propios instintos a la hora de producirse un sismo.

Por ello la necesidad de proporcionar una capacitación referida no solo a la génesis y características de los terremotos, poniendo énfasis en las medidas adecuadas de prevención, con la finalidad de que la comunidad educativa tenga un concepto claro respecto a cómo actuar frente a un evento sísmico, cómo prepararse con tranquilidad ante la perspectiva de la ocurrencia de un sismo y cómo actuar con posterioridad al evento

### OBJETIVOS:

Mediante este taller se busca:

- Abordar la prevención sísmica desde la identificación y caracterización de los peligros naturales, particularmente el sísmico, y el conocimiento de las medidas preventivas frente al evento.
- Construir nexos entre el sistema educativo y el corpus teórico en materia de prevención sísmica, para plantear acciones conjuntas de prevención y mitigación de efectos frente a un evento sísmico.
- Contribuir a la construcción de una cultura de la prevención sísmica como aporte a la equidad social y bienestar educativo.
- Lograr a través del personal de los Establecimientos Educativos, la transferencia del conocimiento del evento sísmico a los alumnos generando también así, un acercamiento a la comunidad, al conocimiento de los sismos, sus consecuencias y medidas de protección.
- Proveer material didáctico informativo a los integrantes de los establecimientos educativos involucrados que les permita contar con la información en forma permanente.



- Lograr en los participantes la aprehensión de conocimientos básicos del fenómeno sísmico, de la realidad de la zona en que habitan y de las medidas preventivas para disminuir el riesgo asociado a dicho fenómeno

**TEMAS:**

- El Planeta Tierra, su constitución, tectónica de placas: aproximaciones conceptuales.
- Vulnerabilidad y riesgo, definiciones.
- Sismos y terremotos, caracterización: epicentro, hipocentro, ondas sísmicas. Sistemas de medición, Escalas de Richter y Mercalli.
- Como actuar antes, durante y después del evento sísmico.
- Identificación de sitios seguros en la escuela, el hogar y espacios comunes de esparcimiento.
- Como diseñar su propio Plan de evacuación

***NANOCIENCIA Y LA NANOTECNOLOGÍA. IMPACTOS Y RIESGOS***

**RESPONSABLES:**

Dra. Nieves Comelli  
Dra. Erlinda del Valle Ortiz  
Lucas Ajona

**FUNDAMENTACION**

El avance que tiene el mundo actual en investigación ha desarrollado una interesante inversión en la nanotecnología que ha crecido de manera exponencial en los últimos años. Las nanociencias estudian las propiedades de los átomos y moléculas, y las nanotecnologías pretenden combinar átomos y moléculas con propiedades específicas para construir partículas (nanopartículas) que tengan determinadas utilidades. Conceptualmente, la nanotecnología se refiere a las actividades científicas y tecnológicas llevadas a cabo a escala atómica y molecular, a los principios científicos y a las nuevas propiedades que pueden comprenderse y controlarse cuando se interviene a dicha escala. La interdisciplinariedad que presenta la nanotecnología nos indica que hace falta disponer de un conjunto de docentes y de estudiantes que estén orientados en este nuevo enfoque, que plantea problemas especialmente complejos. Por lo tanto es necesario que se tienda un puente y se afirme una verdadera sensibilización a estos nuevos desarrollos científicos y tecnológicos.

**OBJETIVO:**

Ofrecer a los participantes una introducción sobre conceptos y temas transversales del desarrollo de la nanotecnología, la influencia en la vida diaria y los posibles riesgos en la salud y el medio ambiente.

**CONTENIDOS:**

Introducción al mundo nanoscópico. Propiedades a escala nanométrica  
Desarrollos y aportes de otras disciplinas y ciencias  
Materiales nanoestructurados y biomateriales. Nanomateriales basados en el carbono  
Nanotecnología: Impacto social. Riesgos y beneficios de la nanotecnología

## **“ACERCANDO LA GEOLOGÍA A LA ESCUELA”**

**Docentes Responsables:** Lic. Marcela Varela.

**Colaboradores:** Yamila Salim Rosales; Gimena Agüero.

### **FUNDAMENTACIÓN:**

El Taller “*Acercando la Geología a la Escuela*”, está preparado para docentes, que se interesen por conocer acerca de la Ciencias de la Tierra: *Geología – Minería*, esto se fundamenta en el crecimiento de las utilidades de estas ciencias, cada más difundidas en la sociedad, y como formadores deben tener el conocimiento para la trasmisión a sus alumnos.

Estas ciencias, son desconocidas por la sociedad en general, y a través de los estudiantes, se puede transmitir a la familia, y así a la sociedad, formando una cadena de conocimientos, creando una conciencia y prudencia en la región.

### **Destinados:**

Equipos directivos, Docentes, administrativos y personal de maestranza de los establecimientos educativos de nivel Inicial, Primario y Nueva Escuela Secundaria.

### **ADHIEREN:**

Ministerio de Educación de la Provincia, Subsecretaria de Educación.

### **OBJETIVOS:**

- ✓ Comprender conceptos básicos, cuales trata la *Geología*.
- ✓ Transmitir conocimientos a la sociedad.
- ✓ Encontrar un espacio educativo, de formación específica poco difundido acerca de las Ciencias de la Tierra.

### **CONTENIDOS MÍNIMOS:**

- 1- Introducción al estudio de la Tierra: Geología.
- 2- Composición interna de la Tierra.
- 3- Los minerales: Formación. Clasificación y Propiedades físicas.
- 4- Rocas: Magmáticas, Sedimentarias y Metamórficas.

## **LA PLANIFICACIÓN DEL TERRITORIO FRENTE AL RIESGO DE DESASTRES**

### **RESPONSABLES:**

Mgter Arq. Vilma Patricia Maldonado

Dra. Silvia Carina Valiente

Arq. Alejandra Cacciabue

### **FUNDAMENTACION**

A inicios del año 2000, la Estrategia Internacional para la Reducción de Desastres (EIRD), instalada en el Sistema de Naciones Unidas, dio un nuevo impulso para la reducción de las condiciones de riesgo orientado a garantizar la sustentabilidad de los procesos de desarrollo. La

EIRD se centra en un cambio conceptual que va desde la protección de los peligros al manejo del riesgo a través de la incorporación de la prevención y reducción del riesgo de desastres al proceso de planificación del desarrollo.

La reducción del riesgo de desastres es un proceso permanente de análisis, planificación, toma de decisiones e implementación de acciones destinadas a corregir las vulnerabilidades acumuladas a lo largo de los procesos de desarrollo. Si bien existen esfuerzos que realizan diferentes entidades nacionales o provinciales conducentes a la reducción de riesgos, las mismas son generalmente aisladas, sin articulación, ni coordinación, con el manejo de los desastres enfocado hacia la atención de la emergencia durante y pos desastre. Por lo tanto, se evidencia una vulnerabilidad de las instituciones para afrontar la problemática del riesgo, sumado con una escasa percepción del riesgo como elemento condicionante de toda actividad del medio social con una débil cultura de prevención.

Es preciso replantear el desarrollo de forma que sea sensible a los riesgos de desastres y los riesgos climáticos, ya que el municipio es un actor estratégico del desarrollo por su conocimiento de la realidad territorial, por su cercanía a las necesidades de la comunidad y porque es la institución que primero debe responder ante cualquier situación. En ese contexto resulta de suma importancia mejorar sus capacidades institucionales para dar respuesta a cualquier evento.

#### **OBJETIVOS:**

Mediante este taller se busca:

- Sensibilizar y concientizar a agentes gubernamentales locales sobre la necesidad de intervenir activamente en el ordenamiento del territorio y el uso del suelo.
- Ofrecer a los participantes del taller una introducción sobre la planificación del territorio en la gestión municipal considerando el riesgo de desastres y la sustentabilidad territorial.
- Generar capacidades de planificación en el recurso humano local institucional contribuyendo a definir estrategias orientadas a la reducción de riesgos de desastres, a través de la identificación de las amenazas y vulnerabilidades presentes en el territorio.
- Introducir en el manejo de la cartografía de riesgos, con sus dos componentes de carácter espacial: la definición y caracterización de las áreas expuestas, y el análisis de la vulnerabilidad de la población y el territorio.

#### **TEMAS:**

- Planificación, Gestión de riesgos, Desarrollo y Ordenamiento Territorial: aproximaciones conceptuales.
- La Planificación urbana en un contexto globalizado. Gobernar un espacio urbano en una ciudad latinoamericana. Las ciudades pequeñas y medianas: consideraciones sobre casos argentinos. Del espacio agrario (rural) tradicional a la aglomeración urbana Actual. La crisis de nuestras ciudades.
- Desafíos y criterios para una política territorial y urbana en el nuevo escenario ante los riesgos de desastres. Planificación y gestión en regiones litorales: el caso del conurbano bonaerense.
- Marco Normativo.
- Incorporación de la gestión del riesgo de desastres en los procesos e instrumentos de la planificación del desarrollo, la planificación territorial y la inversión pública. Los riesgos de desastres y la sustentabilidad territorial
- Las nuevas tecnologías de la Información Geográfica (TIG) en la gestión del territorio municipal.

**DESTINATARIOS:**

Equipos Técnicos de Municipios y de Organismos públicos y Profesionales vinculados a la temática, estudiantes y comunidad en general.

**METODOLOGÍA:**

Planteamos como premisa que debe existir un equilibrio entre lo Técnico, lo Político y lo Participativo, para que las decisiones sobre el territorio sean conocidas y adoptadas por los grupos humanos que pertenecen y realizan actividades legítimas en el territorio, y no sean vistas sólo como decisiones de las autoridades. Con ese fin se propone:

- Aplicación de técnicas participativas y estrategias dinámicas innovadora orientadas a la identificación de las relaciones y los procesos que determinan la existencia de conflictos territoriales en el municipio, que justifican la definición de áreas a proteger y conservar, y que identifican áreas con aptitud para el desarrollo de actividades humanas.

**LA INFORMACIÓN SATELITAL Y SU UTILIDAD EN EVENTOS DE DESASTRES.**

**DOCENTES:**

Ing. Agrim. Marcelo E. Savio

Ing. Agrim. Juan C. Toledo

Ing. Agrim. Marcela E. Montivero

**OBJETIVOS:**

Mediante este taller se busca capacitar a las instituciones públicas sobre la utilización de la tecnología satelital, principalmente hablamos de GPS y Google Earth, para potenciar el funcionamiento institucional y mejorar su actuación ante eventos de desastres.

Al finalizar el curso, se espera que los participantes sean capaces de:

- Adquirir los conceptos básicos de la información satelital.
- Conocer las herramientas básicas basadas en el uso de la información satelital: GPS y Google Earth.
- Conocer las aplicaciones de estas herramientas en la planificación y desarrollo territorial con el fin de lograr el posicionamiento institucional y potenciar las oportunidades que ofrece el uso de la información satelital ante eventos de desastres.

**PREVENCIÓN SÍSMICA**

**Prevención de Desastres Causados por Terremotos.**

Alcance: *Este temario ha sido desarrollado por el Ing. Rodolfo García\* para la presentación que el INPRES efectuará en la Charla-Taller "Prevención Sísmica" a desarrollarse en el marco del Congreso Internacional Sobre Riesgos de Desastres y Desarrollo Territorial Sostenible en la provincia de Catamarca, Argentina.*

**PROGRAMA - Temas que se abordarán durante la charla:**

**Tema 1: “Nociones Generales sobre Sismología”**

Definiciones. Causas de los terremotos, por qué se producen. Una mirada al interior del planeta, las capas que lo componen. Los procesos que allí se producen. Las placas tectónicas. Movimientos relativos entre placas. Zonas sísmicas en el planeta. Interacción entre la placa de Nazca y la placa Sudamericana. Fallas geológicas de la tierra. Medidas de un Terremoto. Las escalas de medición de un sismo. Richter y Mercalli Modificada. Energía liberada por un terremoto. Elementos de un sismo. Las ondas sísmicas y sus características particulares. Actividad sísmica de la Argentina. Red Nacional de Estaciones Sismológicas.

**Tema 2: “Nociones sobre Ingeniería Sismorresistente -Terremotos Destructivos”**

Efectos sobre los objetos y las construcciones. Concepto de construcción sismorresistente y de materiales aptos. Reglamento Argentino para Construcciones Sismorresistentes. Seguridad Sísmica de las Construcciones. Riesgo Sísmico. Disminución de la vulnerabilidad en zonas de alto peligro sísmico. Breve historia sísmica en el país. Red Nacional de Acelerógrafos. Terremotos Destructivos de 1944 y 1977.

**Tema 3: “Prevención Sísmica- Educación y Concienciación Sísmica”**

Definición. Qué hacer antes de un Terremoto. Seguridad estructural del edificio. Seguridad funcional del edificio. Plan de Emergencia Sísmica. Simulacros. Qué hacer durante un terremoto. Cuando la construcción es segura. Cuando la construcción no es segura. Planteos sobre lo que significa convivir con los terremotos en regiones sísmicas y sus consecuencias en el medio. Convivir con los terremotos – Conciencia Sísmica. Contactos con el medio y tareas de concientización.

***\* Ing. Civil de la Universidad Nacional de San Juan, con posgrado en Ingeniería Sísmica en Japón y Maestría en Ing. Civil en Estructuras Sismorresistentes en la State University of New York at Buffalo, USA. Profesional Especializado, Jefe del Área Estructuras del INPRES. Profesor de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de San Juan***



## SIMPOSIO 1 LA POLÍTICA PÚBLICA Y SU RELACIÓN EN LA GESTIÓN Y REDUCCIÓN DE RIESGOS

### 1.1 - USTED NECESITA DE UNA POLÍTICA PÚBLICA PARA MITIGAR UN DESASTRE NATURAL, ¿NO ES ASÍ?: LEJOS DE LA RETORICA, MÁS CERCA DE LA REALIDAD.

**Martinez-Sacristan, H.**

City University of New York City: York College Student & John Jay College, College Assistant.  
554 W. 53<sup>rd</sup> street Room 6-I-1 New York, NY 10019, US  
Email: hernando.martinez@jjay.cuny.edu or hernando.martinez@yorkmail.cuny.edu

En algunas naciones, la elaboración y redacción teórica de planes de ordenamiento territorial, planes de aguas, de recursos naturales, de gestión de riesgos incluyendo prevención, mitigación, respuesta y recuperación, no pasa de ser como su nombre lo indica, *elaboración y redacción teórica* y no está llenando las expectativas de protección de sus poblaciones. Así mismo, la elaboración de otros modernos generadores de conflicto social, como por ejemplo leyes regionales que pueden distorsionar las leyes nacionales, más que potenciales oportunidades de cooperación entre algunas comunidades, podrían convertirse en un desamparo a la población ante un riesgo natural latente. El modelo simplista de separar regiones de acuerdo a la división administrativa, y/o político-administrativa de los países que ha existido durante siglos en América y otros continentes, además de ser contraproducente, ignora la existencia de una geomorfología, hidrología, geología, hidrogeología, vulcanología y presencia de movimientos de placas tectónicas común entre dos o más regiones, que son generadores de eventos negativos que nos conlleven a desastres y/o emergencias naturales, sociales y tecnológicas. Al realizar análisis de superficie y de subsuelo de un área geográfica que puede ser denominado Plan de Ordenamiento Territorial (POT), debe ser algo más que en un concepto económico y/o de servicio; un concepto real de interacción de todos y cada uno de los elementos en un espacio.

En referencia a zonas de vulnerabilidad natural y su posibilidad de amenaza, las cuales nos deben permitir conocer el grado de riesgo de la zona geográfica, siempre y cuando esté basada la evaluación en sus características geológicas y sociológicas, debemos conocer nuestro potencial riesgo para tomar una real decisión de vivir en ellas. Algunos políticos, administrativos y aun científicos, se preguntan: ¿por qué razón el POT debe contemplar el contenido subterráneo de la región, así como el contenido tecnológico y social de ella?.

La investigación se basa en experiencia personal como geólogo laborando en campo, premiado por actividades en prevención y mitigación, así como, máster en Manejo de Emergencias. Además, en una revisión de las publicaciones tanto legales, geológicas, sociales, y técnicas, existentes en algunos países y organizaciones de gobiernos. El artículo se basa en tres aspectos fundamentales,

las cuales son: a) Debe ser establecida una Política Pública de Estado sobre Desastres como oportunidad de progreso y no de conflicto cuando ocurra un evento negativo?, b) Se debe permitir la estatización de la política pública de desastre natural, social y tecnológico para que las autoridades y sus líderes actúen en prevención y mitigación antes que en respuesta y recuperación?, c) Se debe permitir la generación de la cadena económica productiva malsana después de un siniestro negativo que cause un desastre o una emergencia o mejor, se deben establecer Planes de Continuidad de Negocio?.

Se observa en algunos Planes de Gestión del Riesgo que el individuo es un sujeto económico más que un sujeto social. De igual manera, un desastre o una emergencia natural, social o tecnológica debe ser legislada adecuadamente, para evitar que pueda convertirse en un producto puramente comercial.

Palabras claves: Desastre, Emergencia, Evento Negativo, Riesgo, Vulnerabilidad, Amenaza, Conflicto.

## **1.2 - EL AIRE EN LA AGENDA PÚBLICA DE GRANDES CIUDADES. TEMAS EN DEBATE Y ACTORES INVOLUCRADOS EN LA CABA CIUDAD AUTÓNOMA DE BUENOS AIRES.**

***Ana María Murgida, Claudia F. Guebel & Claudia E. Natenzon***

Facultad de Filosofía y Letras - UBA, Puán 480 - 4º, 1406 CABA

**PRESENTACIÓN:** El presente trabajo muestra los resultados de una investigación sobre el aire del Área Metropolitana de Buenos Aires, inscripta en el Proyecto SAEMC-South American Emissions, Megacities and Climate (2006-2011), financiado por el IAI. El análisis se focaliza en las relaciones entre los diferentes actores sociales del ámbito científico y gubernamental vinculados con el estudio de la composición de la “atmósfera de las ciudades”, considerando los efectos en la salud humana y en relación al clima.

La premisa inicial de esta investigación es que a la hora de generar lineamientos políticos efectivos que contemplen la relación multicausal entre las emisiones de GEI, los contaminantes clásicos del aire, la vulnerabilidad social y los procesos de adaptación urbanos es imprescindible conocer el tipo y la calidad de las relaciones entre los actores sociales involucrados en las decisiones, en las investigaciones y en las consecuencias por los cambios en la calidad del aire.

**METODOLOGÍA:** Se aplicó el método antropológico-etnográfico. Se realizó trabajo de campo con entrevistas a diferentes actores involucrados en esta problemática. Dichas entrevistas fueron analizadas cualitativamente para acceder a cuestiones centrales a través de la recuperación y desnaturalización de algunas “categorías nativas” para tornar visibles determinados problemas que aparecían soslayados. Esta tarea se focalizó en la relación entre los campos científico y político de la contaminación del aire urbano. Las principales actividades realizadas durante este trabajo fueron: 1). Revisión de las producciones científicas del Proyecto SAEMC, exploración de bibliografía especializada en el tema, relevamiento de fuentes secundarias (medios de comunicación), 2). Planificación de trabajo de campo y su realización, entrevistando en profundidad a diferentes actores involucrados en el tema: científicos, médicos, abogados, funcionarios, técnicos de planta; a



fin de tener distintos puntos de vista respecto del mismo problema, 3). Procesamiento de las entrevistas con metodología cuantitativa y cualitativa, 4). Análisis de la bibliografía recabada y su correlación con los resultados del procesamiento de las entrevistas realizadas.

**RESULTADOS SOBRE LA RELACIÓN ENTRE CONOCIMIENTO CIENTÍFICO Y POLÍTICA:** Existe un lugar común ampliamente reconocido que señala la falta de diálogo o la necesidad de traducción entre la ciencia y la política. Con el fin de superar esta forma de ver el problema, en la investigación se instaló otra pregunta: ¿cómo es la relación y la cooperación entre ambos sectores? Al destacar dicha característica de interacción, nos enfocamos en las oportunidades que surgen al desarrollar actividades recíprocas y convergentes.

Las entrevistas realizadas permitieron identificar algunas dificultades de comunicación. Algunos funcionarios reclaman que desde la ciencia se subestima la capacidad de los “técnicos políticos”, cuando los científicos elevan informes que no aportan las pruebas de la construcción de los resultados, o en otros casos cuando el medio de comunicación lo constituyen *papers* con lenguajes comprensibles sólo dentro del campo científico, lo que dificulta el entendimiento por parte de otros. Por ello, celebran la posibilidad de organizar encuentros entre científicos y políticos, en los cuales se contemplen las necesidades de ambos (por ejemplo, unidades o escalas para construcción de datos), en los que se pueden aplicar los resultados, y facilitar así su empleo en la toma de decisiones. En este contexto de vinculación, el “técnico” o personal de planta formado y capacitado, cumple un rol fundamental como “mediador” entre los científicos y los políticos. Ellos realizan un trabajo invisible que combina un bagaje científico y político, ambos necesarios para la integración entre un campo y el otro. Además puedan mantener en el tiempo este dialogo porque tienen mayor permanencia en sus cargos que los funcionarios políticos.

En este sentido el trabajo realizado por SAEMC concitó el interés de diversos técnicos de la planta gubernamental, quienes a su vez lograron interesar al estamento político para incluir los resultados de la investigación en la diagramación de políticas locales. Entre ellos, la necesidad de incluir siempre en las ciudades la medición de todas las emisiones por su relación con la salud (y no solo los gases de efecto invernadero). Incluso deben considerarse aquellas ciudades en las que, por su geografía, se supone que los vientos y la lluvia “limpian” rápidamente el aire de contaminantes tóxicos. Contrariamente, los resultados del proyecto SAEMC pusieron en evidencia la correlación fuerte que existe entre el tiempo de exposición a contaminantes con la aparición de afecciones respiratorias y cardiovasculares. Aquí se encontraron dos escalas temporales. En el corto plazo, las horas de mayor exposición a las concentraciones de contaminantes como el CO derivan en afecciones a la salud que se manifiestan hasta dos días posteriores a una sobreexposición. En el largo plazo, la atención de afecciones emergentes de la contaminación crónica, que incrementa los “costos” del sector salud, tanto privado como público.

No tomar en cuenta estas consideraciones lleva a los decisores político a minimizar la peligrosidad de la concentración de contaminantes tóxicos sobre la calidad de vida de la población. Sin embargo, la falta de medidas para identificar dichos contaminantes lleva a incrementar el riesgo social.

El problema político también se refleja temporalmente en la discontinuidad de los programas de acción, en la insuficiencia de las mediciones, y en la débil consolidación de equipos técnicos que lo realicen de manera continua. Estas discontinuidades inciden de manera negativa tanto en la gestión del riesgo, como sobre la investigación científica, que requiere tener datos relevados en el largo plazo para efectuar proyecciones.

**DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES:** Parece interesante, entonces, abordar y profundizar en la convivencia de diversos “tiempos”: el tiempo político, el tiempo de la investigación científica, el tiempo de exposición a la contaminación y sus efectos en la salud y el tiempo de instalación de un tema en la agenda política.

En relación al tiempo político -desarrollado en este trabajo- es relevante la idea de la “voluntad política” como factor clave en la instalación de un tema en la agenda pública, a partir del uso de herramientas políticas que definen un determinado modelo de desarrollo. Una característica del tiempo político es el de la corta duración y discontinuidad en la ejecución de las políticas. Entonces, en este punto, la pregunta o problema del científico para instalar un tema en agenda deberá resolverse con recursos del sistema político. En cambio en relación al tiempo científico, una constante es la necesidad de contar con largas duraciones para la proyección de la investigación y la recolección de información confiable (histórica, comparativa, etc.).

El proyecto SAEMC puso en evidencia que la convergencia entre el tiempo político y el tiempo científico puede realizarse a partir del análisis de las limitantes e incertidumbres que tienen los datos necesarios tanto para “hacer gestión ambiental” como para “monitorear el ambiente y realizar estudios científicos”.

Para ajustar las medidas políticas de gestión se hace necesaria una toma de datos de larga duración, diversificada tanto en su localización en distintos lugares de la ciudad como en cuanto al tipo de muestras que se obtienen (es decir no solo de CO<sub>2</sub>, sino de CO, O<sub>3</sub> y material particulado, que hoy no se están tomando).

De este modo, queda esbozada la cuestión donde conviven los tiempos mencionados, que entran en contradicción al no articularse simultáneamente los distintos datos necesarios. Hoy día existen interrelaciones parciales entre los científicos y los políticos, pero no es suficiente. Hace falta revisar de manera conjunta los objetivos que definen el alcance del monitoreo y el control del aire: datos necesarios, metodología utilizada identificación de acciones políticas específicas para cada problema identificado.

## REFERENCIAS

- Abrutzky, R., Dawidowski, L., Matus, P; Romero Lankao, P. 2012. Health effects of climate and air pollution in Buenos Aires: a first time series analysis. *Journal of Environmental Protection. In press.*
- Bell et al. 2005. The avoidable health effects of air pollution in three Latin American cities. *Environmental Research* 100, 431-440.
- Cakmak, S., Dales, R. E., & Vidal, C. B. 2007. Air pollution and mortality in Chile: Susceptibility among the elderly. *Environmental Health Perspectives*, 115(4), 524–527.
- Murgida, A. y Natenzon, C. 2009. “Social ‘Downscaling’. A Few Reflections on Adaptation in Urban Environments”, In Leite da Silva Dias, P., Costa Ribeiro, W., Sant’Anna Neto, J., Zullo, J. (eds.) *Public Policy, Mitigation and Adaptation to Climate Change in South America*. São Paulo, Instituto de Estudos Avançados, Universidade de São Paulo.

### 1.3 - POLÍTICAS PÚBLICAS, UNA RESPUESTA A LOS EFECTOS DE LOS DESASTRES EN POBLACIONES VULNERABLES.

#### CASO DE LA ERUPCIÓN DEL VOLCAN CHAITÉN - CHILE

**Dra. Judith Galvez D.** Investigadora - judith.galvez@gmail.com

**Herta Sánchez Silva** Co-Investigadora - herta.sanchez@gmail.com

Chile es un país que, según las latitudes en la cuales se extiende su territorio, presenta desastres naturales, más o menos frecuentes. El relieve del país contribuye a desastres tales como desplazamientos de tierras, terremotos y tsunamis, erupciones volcánicas, sequías, e inundaciones, estos fenómenos generan una multiplicidad de riesgos (Beck, 1998,2001) ante los cuales Chile debe preparar su población para enfrentar sus potenciales consecuencias.

En el contexto de la presencia de volcanes, las condiciones orográficas propias del país, hacen vulnerable a más del 80 % de la población a las potenciales erupciones volcánicas, existen 2900 volcanes en el territorio chileno, de los cuales 80 registran actividad y de éstos, representan al 15 % de volcanes activos del mundo.

El volcán Chaitén, ubicado a 10 kilómetros de la ciudad del mismo nombre en la Región de los Lagos, hizo erupción la última vez el 2 de mayo del año 2008, lo que originó que la autoridad administrativa adoptara medidas de políticas públicas que contribuyeran a disminuir los efectos de una erupción que era desconocida tanto, para científicos, autoridades y población local pues según informaciones geológicas hace 320 años que este volcán no tenía actividad. Las medidas de política pública no siempre son dirigidas a superar los riesgos del desastre sino, a corregir errores de la acción del Estado, del mercado e incluidos de la propia población que en este caso provocaron aplicación de una política pública inédita en Chile de desplazar masivamente los habitantes de la ciudad de Chaitén a otras zonas no afectadas por la catástrofe.

**Palabras Claves:** políticas públicas, desastres población vulnerable desplazadas, volcán Chaiten de Chile.

### 1.4 - COMUNICACIÓN Y GESTIÓN DE RIESGOS DE DESASTRES.

#### APORTES PARA LA CONSTRUCCIÓN DE UNA CULTURA DE RIESGO. CASO CATAMARCA

**Gretel Galeano**

Licenciada en Comunicación Social. Diplomada en Comunicación y Gestión de Riesgos de Desastres. Diplomada en Conducción y Gestión de Recursos Humanos. Curso de posgrado en Políticas Públicas. Maestrando en Gestión Política.

juliocabur.diputado@gmail.com - gretelgaleano@gmail.com

### RESUMEN

El 26 de diciembre de 2004 se registró un terremoto en la costa asiática -bajo la Isla de Sumatra en Indonesia- de 9.0 grados de la Escala de Richter a 10 kilómetros de profundidad en el océano Índico, provocando una sucesión de tsunamis que arrasaron ciudades e impactaron

en zonas costeras generando en total más de 200.000 víctimas, dejando sin hogar a más de 5 millones y causando daños por 10.000 millones de dólares. En febrero de 2010 se registró un terremoto en Chile de 8.8 grados, que fue percibido en gran parte del Cono Sur, incluyendo lugares como Buenos Aires y San Paulo, dejando como saldo una importante destrucción en la infraestructura del país, más de 500 víctimas fatales, cerca de 500 mil viviendas afectadas y un total de 2 millones de damnificados. Este evento es considerado como la peor tragedia natural vivida en Chile desde 1960.

Estos acontecimientos desnudan una realidad que muchos no quieren ver ni reconocer, (independientemente del lugar en el mundo en el que se habite) y es que las sociedades actuales tienen un alto nivel de probabilidad de experimentar un desastre con consecuencias para nada deseadas. Todos estos antecedentes nos llevan a reconocer que vivimos en una sociedad del riesgo.

En la provincia de Catamarca, el 7 de septiembre de 2004 se registró un sismo de gran magnitud e intensidad. Si bien es cierto los daños no fueron severos y no hubo pérdida de vidas humanas, este hecho colocó a la provincia en un nuevo contexto de incertidumbre, dejando al descubierto que los desastres naturales constituyen un grave impedimento para el desarrollo humano; que provocan pérdidas económicas importantes y que los costos en términos de vidas humanas, de medios de subsistencia y de reconstrucción de infraestructuras edilicias afectadas son más elevados.

La tarea de gestar políticas públicas tendientes a contener este tipo de situaciones se constituyó en ese entonces en un real desafío, entendiendo a la gestión de riesgos de desastres como una acción necesaria y transversal, que requiere del trabajo mancomunado de los diferentes actores que intervienen en la dinámica social.

## **INTRODUCCIÓN**

Los desastres naturales constituyen un grave impedimento para el desarrollo humano y el cumplimiento de objetivos tan necesarios como los establecidos por el Marco de Acción de Hyogo.

Si bien es cierto, que los eventos adversos provocan importantes pérdidas económicas anuales valuadas en millones de dólares, las apreciaciones económicas no reflejan realmente el impacto que tienen los desastres, donde los costos en términos de vidas humanas, de medios de subsistencia y de reconstrucción de infraestructuras edilicias afectadas son más elevados.

La vulnerabilidad de la estructura social nos plantea que las personas que se encuentran expuestas a estas situaciones en un gran porcentaje viven en los cinturones de pobreza que rodean a las grandes urbes, en viviendas que no cumplen con ninguna norma de construcción sismo resistente, o que se encuentran emplazadas en zonas inundables.

Algunos especialistas, coinciden en que las repercusiones de los desastres dependen en gran medida del tipo de políticas públicas previamente adoptadas y del nivel de concientización que posea la población junto a todos los actores que la componen.



El 7 de septiembre del año 2004, a las 8:53 de la mañana, un sismo de gran magnitud se registró en territorio provincial y se sintió al menos en la mitad del país, y aunque no se registraron víctimas, ni grandes daños en viviendas ni en obras de infraestructura pública, el escenario se presentó como de alta sensibilidad política y social. Situación que requiere de acción y respuesta en la emergencia contenidas en políticas públicas de largo, mediano y corto plazo.

En esta oportunidad, vamos a prestar atención a las estrategias de información pública llevadas a cabo desde el gobierno provincial, entendiendo a la comunicación gubernamental como comunicación de riesgo de desastres. El período evaluado será desde el 7 de septiembre hasta octubre de 2004, período donde la comunidad requería de mayor presencia informativa por parte del ejecutivo.

Para facilitar la comprensión del caso seleccionado, se identificará a los principales actores que interactuaron en la situación planteada:

- Gobierno Provincial
- Población afectada
- Medios de Comunicación

Es interesante analizar la interacción de estos actores, sobre todo en un escenario de emergencia, ya que de esta manera podemos observar si las acciones desarrolladas significaron reales aportes para la construcción de una cultura del riesgo de desastres.



Más allá de las primeras medidas tomadas por el ejecutivo provincial, nos detendremos en la construcción y diseño de las campañas y acciones comunicacionales desarrolladas, resaltando que el objetivo de esta ponencia es proporcionar una descripción que facilite la reflexión para el aprendizaje.

## DESARROLLO

El sismo registrado en la provincia de Catamarca, tuvo su epicentro en Los Ángeles, departamento Capayán, su intensidad fue de VII grados Mercalli, y se sintió en La Rioja; Tucumán y Santiago del Estero, Jujuy, Salta, San Juan, Mendoza, San Luis, Córdoba; Santa Fe, Entre Ríos, Corrientes, La Pampa y Buenos Aires.

El Instituto Nacional de Prevención Sísmica cuenta con una red de estaciones sismológicas y de acelerógrafos que le permiten medir un sismo empleando dos escalas para medir los terremotos:

- La **Escala sismológica de Richter**, también conocida como escala de magnitud local ( $M_L$ ),

es una escala logarítmica arbitraria que asigna un número para cuantificar la energía liberada en un terremoto.

- La **Escala de Mercalli** es una escala de 12 grados desarrollada para evaluar la intensidad de los terremotos a través de los efectos y daños causados a distintas estructuras.

A pesar de la tecnología y todos los avances científicos, los terremotos no se pueden predecir, y este lamentablemente es un factor clave que incide en cómo deben abordar los gobiernos el marco normativo y las políticas públicas para fortalecer las instituciones de prevención, mitigación y respuesta de desastres. Por lo tanto, podemos acordar que ante un escenario tan complejo, con un nivel profundo de incertidumbre, las autoridades provinciales se enfrentan a cuestiones a las cuales no están habituados y es frecuente que por temor o falta de experiencia subestimen el daño o las consecuencias de un desastre.

En el libro: “La Gestión del Disenso”, Mario Riorda expresa: *“en tiempos de crisis, los ciudadanos miran a sus líderes, presidentes y alcaldes, políticos locales y administradores electos, gestores públicos y altos funcionarios. Se espera que esos responsables políticos eviten la amenaza o, por lo menos, que minimicen el daño de la crisis en cuestión... cuando los responsables políticos responden bien a una crisis, el daño es limitado; cuando fallan, el impacto de la crisis aumenta. En los casos extremos, la gestión de crisis marca la diferencia entre la vida y la muerte”*.

En este contexto, el gobierno de Catamarca tomó medidas inmediatas, pero las mismas no lograron contener la situación, debido principalmente a que los distintos actores no contaban con la preparación ni la información adecuada, se suma a esto la débil estructura sistémica de respuesta.

Si bien esta última expresión requiere de un tratamiento aparte y que escapa al objetivo propuesto en este trabajo, vale aclarar que cuando se hace referencia a estructura sistémica de respuesta no se apunta al personal de estas instituciones como ser trabajadores de la salud, la policía y defensa civil que lo más probable es que hayan trabajado con compromiso y voluntad, sino a la estructura administrativa y política que debería haber estado preparada para este tipo de situaciones.

Ahora bien, ante una débil estructura administrativa y operativa, estamos en condiciones de expresar que el gobierno provincial llevó adelante acciones concretas como ser firmar convenio con el INPRES, brindar charlas masivas de información, delinear un sistema de relevamientos que implicaban a los organismos que darían una primera respuesta, y a otras dos áreas como ser Dirección de Acción Social Directa y Administración del Hábitat que gestionarían soluciones de fondo. Sin embargo y a lo que se refiere a las estrategias de información pública, los primeros días se pudo percibir un vacío o lagunas de información, y algunos expertos indican que existió cierta deficiencia en la información que se proporcionaba a la comunidad. “Los gobiernos son naturalmente renuentes a comunicar los hechos que causen alarma o pavor públicos, lo que es razonable. Pero un exceso de prudencia, uno que conduzca a ocultar el peligro (en el caso estudiado quizás esté más relacionado a la falta de preparación y de información sobre los terremotos y sus consecuencias) puede costar muy caro. La tarea de la comunicación gubernamental es mantener los canales abiertos para detectar las necesidades de cada momento” (Tiron y Cavallo, 2004).



Para avanzar en este trabajo, antes debemos proporcionar conceptos desde donde se abordará la temática en cuestión, destacando que la mejor estrategia de comunicación es la que promueve la interacción entre los actores y el intercambio de información.

## COMUNICACIÓN DE RIESGO DE DESASTRES

En este trabajo, la comunicación del riesgo será abordada como la construcción de un entramado discursivo en donde los diferentes actores políticos y sociales interactúan permanentemente. Es decir, que la misma se entiende como un proceso que involucra a los diversos actores sociales tanto de la sociedad en general como del gobierno y los medios de comunicación, ya que cada uno de ellos cumple un rol específico en el proceso comunicacional (Riorda, Mario).

En términos generales, es vital pensar a la política de comunicación de riesgo de desastres a partir de las percepciones del riesgo presente en la sociedad. Por lo tanto, los responsables de las organizaciones gubernamentales, deben considerar que la gestión del riesgo tiene dos **propósitos centrales**:

1ro. Reducir las vulnerabilidades sociales. - 2do. Aumentar las capacidades.

Esto nos lleva a reflexionar sobre el diseño y elaboración de políticas públicas de información pública, valga la redundancia. En un contexto de crisis generado por el evento adverso ¿Puede un gobierno de cualquier nivel – nacional, provincial o municipal- dirigir un mensaje claro y concreto a la comunidad afectada sobre lo que estaba pasando?, ¿Puede un gobierno a través de estrategias de información pública generar certidumbre en un contexto plagado por el sensacionalismo y la incertidumbre?.

En Argentina la frecuencia e intensidad de los fenómenos climáticos no revisten la magnitud de los grandes desastres naturales – actualmente existe una corriente de investigación que sostiene que los desastres no son naturales, pero esta discusión requiere un tratamiento que excede al objetivo de esta ponencia- como otros países del mundo, ni con la periodicidad de los huracanes en el Caribe ni tan latentes como erupciones volcánicas en las islas del Pacífico. Sin embargo, todos recordamos el terremoto en Caucete San Juan, incendios forestales en el Sur del país, las inundaciones de Santa Fe, el alud de Tartagal o el tornado de Misiones. El riesgo existe y no se puede negar.

Los eventos adversos registrados en Argentina en los últimos años no arrojan un número importante de víctimas, esto siempre relacionado al número de víctimas que se cobran los fenómenos climáticos en otras partes de Latinoamérica o del mundo -queda claro que una persona que muera como consecuencia de una inundación, incendio o terremoto es tan importante como diez, cien o mil- este pareciera ser un factor que incide en que la gestión del riesgo de desastres ingrese o no en la agenda de los gobiernos. Es un tema que pareciera estar fuera de la agenda y que ni siquiera con la visibilidad en los medios ha despertado el interés de la dirigencia política.

Al parecer existe aún en nuestro país una concepción de la gestión del riesgo donde los “desastres” son tomados como emergencias o eventos inevitables y de origen natural, empleando un enfoque emergencista duramente cuestionado en estas últimas décadas, pero aún muy arraigado en las culturas de nuestro país.

Si bien el enfoque de gestión de riesgos pregonado por los organismos internacionales y el ámbito científico académico, sostiene que los desastres son una construcción social, ya que la vulnerabilidad es producto de las acciones u omisiones humanas, y que por lo tanto, los desastres se pueden prevenir actuando sobre sus causas, y la atención no debe centrarse en solucionar el desastre sino en disminuir las condiciones de riesgo existentes que pueden dar lugar a los desastres.

El rol del gobierno en relación a la prevención del riesgo y la mitigación de los desastres es vital para reducir la ocurrencia de desastres, a través de la gestión del riesgo.

La comunicación del riesgo comprende tanto a las políticas comunicacionales tendientes a la prevención del riesgo como a las políticas comunicacionales tendientes a la mitigación de los desastres. La comunicación del riesgo incluye mensajes e interacciones asociadas con las decisiones sobre los riesgos. Por ejemplo, noticias, anuncios, advertencias e instrucciones que se trasladan desde las fuentes expertas hacia audiencias inexpertas. Además, incluye otros mensajes sobre el riesgo y sus fuentes, o creencias personales y sentimientos relacionados con ellos. Aunque no todos los mensajes tratan exclusivamente sobre un riesgo, tienen alguna relación con ellos y con su gestión.

Los medios aunque llevan a cabo un tipo de comunicación unidireccional, están inmersos dentro de un proceso bidireccional, ya que la reacción e interpretación de la audiencia de sus informaciones suele influir en sus contenidos.

Sin embargo, entre los investigadores parece haber acuerdo en que los medios, cuando comunican un riesgo, suelen centrarse en el escándalo, el miedo, la furia y otros aspectos dramáticos y sensacionalistas. Es decir, que tienden a ignorar aquellos datos que proveen explicaciones técnicas o científicas sobre las probabilidades de ocurrencia de un peligro, las posibles consecuencias y otras informaciones por el estilo (Sandman, 1996). Por esta razón, se les acusa con frecuencia de contribuir al desarrollo de percepciones erróneas y de provocar actitudes y reacciones negativas en las personas ante los eventos sobre los que informan.

En relación a los riesgos a los cuales está expuesta una comunidad lo que se debe intentar es concienciar al público sobre esa situación de riesgo e incentivándolos a que tomen medidas ante los mismos. Otras veces se pretende lo contrario: tranquilizar y hacer ver que el riesgo en cuestión no es tan grave. En este sentido, se puede decir que los mensajes de riesgo que difunden los medios están contruidos a partir parámetros culturales, de modo que la información se convierte en una herramienta para provocar cambios en las actitudes, las percepciones y, por tanto, en los procesos sociales, políticos y económicos.

En suma, la información reproducida por el sistema de comunicación de masas no son relatos objetivos sobre los sucesos, sino que ante todo, reproducen posturas, e ideologías reformuladas por los propios medios y otros colectivos que intervienen directa o indirectamente en la



elaboración de los contenidos. A esto se le añade la tendencia a enfocar sus mensajes hacia la creación de una agenda de atención al centrarse en los aspectos sensacionalistas y en los errores cometidos por un sólo grupo, por ejemplo, el Gobierno. De este modo, favorecen el desarrollo de un clima de opinión que parte, generalmente, de su percepción como instituciones y como empresas. También orientan a la opinión pública a que tome ciertas posturas y a que presione a las autoridades a que actúen en una dirección en particular. En el caso de las noticias sobre riesgos, estas prácticas pueden llevar a los medios a cometer el error fundamental de atribución. Es decir, a presentar los peligros del entorno como consecuencias de los actos de una sola persona o colectivo y no como el resultado de ciertas condiciones sociales (Wilkins y Patterson, 1990).

En Catamarca se pudo observar que los medios de comunicación de masas cuando informaban sobre el terremoto:

- Mostraron preferencia hacia los aspectos sensacionalistas del hecho y no profundizaron en aspectos de prevención.
- Cuando trataron los asuntos relacionados con la gestión política, prestaron atención a los debates entre el Gobierno y la oposición, y algunos con poca relación con el riesgo en cuestión (Quarantelli, 2002);
- Utilizaron las informaciones sobre los riesgos con motivos políticos, concretamente, para atacar o defender al Gobierno de turno (Innerarity, 2005);

Ahora bien, consideramos al menos irresponsable señalar que los medios de comunicación, hicieron un uso político de la información sobre el terremoto para criticar o defender al Gobierno, ya que pensamos que no existió una estrategia de comunicación gubernamental ni siquiera de riesgo del gobierno. El último simplemente -por falta de previsión-, puso todo su esfuerzo en poner en marcha acciones comunicativas reactivas y paliativas. Pensamos que no existía otra alternativa, debido al escenario.

En casos de normalidad, la estrategia de información pública debería suavizar el mensaje, llenar los vacíos de información, sensibilizar a la gente en relación a las conductas de autoprotección, generar toma de conciencia de prevención. Si es que esto no se generó, es a raíz de la improvisación y la falta de planificación de una estrategia de información pública que ayude, según la Conferencia sobre el Rol del Gobierno en la Comunicación de los Riesgos Sanitarios y la Educación Pública (enero 1977) “a reducir:

- la probabilidad de que la atención social y los recursos organizacionales sean desviados hacia problemas menos importantes;
- el sufrimiento humano innecesario, debido a los altos niveles de ansiedad, miedo, alarma, o preocupación sobre el riesgo de que suceda un nuevo terremoto -existen datos que señalan que muchas personas no volvieron a dormir con la puerta de calle cerrada por miedo a un nuevo terremoto-;
- los niveles de alarma pública;
- la probabilidad de que ocurran conflictos y debates prolongados y estériles sobre los riesgos;
- Las tensiones injustificadas entre las comunidades y los organismos gubernamentales; y de mejorar:
  - el entendimiento de las percepciones públicas, necesidades y preocupaciones;

- las respuestas públicas anticipadas de los responsables públicos;
- la información proporcionada a los individuos y comunidades sobre los riesgos importantes
- la toma de decisiones más informadas sobre el manejo del riesgo de desastres.

El sismo del 2004, se registra en un escenario donde distintos factores entre ellos la baja frecuencia de ocurrencia de fenómenos climáticos y las conductas de autoprotección, favorecen a que esta amenaza tenga un gran impacto en la comunidad. Es así que la comunicación de riesgo en la fase “*después*” operará en escenarios similares a los escenarios donde opera la comunicación de crisis, esto es un escenario invadido por la incertidumbre, donde se requiere de respuestas inmediatas y en el corto plazo, donde los políticos, los responsables institucionales y los gobiernos no constituyen células de manejo de crisis previamente, donde se opera con reglas de juego que pueden variar según la evolución del desastre.

### CONCLUSION

“la comunicación y la gestión de la comunicación son centrales para mejorar o empeorar la percepción del peligro, el tipo de reacciones de los implicados y el planteo de escenarios para un futuro consensuado acerca de lo que es negligente y lo que es responsable.” (Elizalde, 2005:160).

Finalmente, podemos manifestar que la comunicación del riesgo debe ser transversal y continua en el tiempo y a la vez vertical, y debe tener en cuenta todos los niveles de gobierno, ya que de ello muchas veces depende el nivel de la cultura de riesgo de una sociedad.

Es necesario llevar adelante un proceso de aprendizaje, tanto social como institucional. Reconociendo que, quizás los ciudadanos no sepan cómo comportarse en situaciones adversas, en las que deben improvisar.

Pensamos que, cuanto más desarrollada esté la "cultura de prevención/mitigación de riesgo" estos aprendizajes serán más accesibles y tendrán más utilidad para las personas involucradas, logrando minimizar el riesgo.

Para ello, las estrategias de comunicación de riesgo de desastres deben contemplar “*un proceso planificado y articulado, que no desprecie ningún modelo ni recurso técnico disponible y su cometido esencial es facilitar el diálogo entre todos los actores sociales* (MOLIN VALDÉS y VILLALOBOS MORA; 2009: 49).”; con acciones comunicacionales agrupadas en tres grandes categorías:

- a. Acciones de campaña preventiva permanente
- b. Acciones de campañas específicas
- c. Acciones paralelas de refuerzo comunicativo.

Sumado a esto, las acciones de intervención social, nos brindan la oportunidad necesaria para revisar el fundamento de las políticas de gestión del riesgo y de información pública.

Se puede decir finalmente, que en la provincia de Catamarca, el concepto de comunicación del riesgo, en cuanto al objetivo de la *reducción de las vulnerabilidades sociales no ha logrado todavía el aumento de las capacidades sociales. Sin duda, estos cambios en las conductas*

*requieren mucho más tiempo para que los mismos puedan ser observados. Sería incorrecto, por ello, realizar una evaluación excesivamente crítica al respecto.*” Ante esto podríamos pensar a la formulación, diseño, e implementación de una política pública sobre comunicación del riesgo de desastres como un proceso, donde en una primera etapa se fomenta la toma de conciencia de los responsables gubernamentales, para después incluir en una segunda fase a los ciudadanos. Ya que mal podría pretenderse una toma de conciencia de la ciudadanía, si los responsables no tienen conciencia aún de su rol y función, no sólo en la etapa operativa, sino en el diseño, planificación de políticas públicas de gestión de riesgo a través de la comunicación del riesgo que incluya a todos los actores que interactúan en el espacio público.

A modo de reflexión, la clave de la gestión del riesgo y la comunicación del riesgo, está en que los gobiernos (nivel municipal, provincial, nacional) tengan la capacidad de planificar políticas públicas de gestión del riesgo. Es decir, que el rol y función del gobierno en relación a la prevención del riesgo y mitigación de los desastres debe ser proactiva y no reactiva.

Sin embargo, personalmente no acuerdo con que en la actualidad los gobiernos entiendan, a recomendación de muchos organismos internacionales, que la gestión del riesgo es el paradigma bajo el cual planificarán las políticas públicas de prevención y mitigación de los desastres, hay sobradas pruebas que salvo en ciudades como Santa Fe, Córdoba, Chubut, Salta o Mendoza, en la mayoría de las demás provincias de Argentina la gestión del riesgo y la comunicación del riesgo son una cuenta pendiente, no sólo para los responsables gubernamentales sino para los medios de comunicación y los ciudadanos.

Se debe destacar que la investigación de casos locales indudablemente realiza importantes aportes, sobre todo si tenemos en cuenta que las publicaciones que provienen de otros países podrán contribuir líneas generales de la prevención y la mitigación de los riesgos, pero que lo verdaderamente rico es lo recabado localmente y es en definitiva lo que va a contribuir a que los actores que deben velar por la seguridad pública de la sociedad adviertan que los desastres a pesar de la poca frecuencia o intensidad con respecto a otros, también puede ocasionar daños no sólo materiales, sino de vidas humanas.

Indudablemente, la comunicación acerca de los riesgos en un tema más que importante, y si bien es cierto, al hablar de desastre natural aparenta eximir culpas, desde el enfoque de gestión de riesgos de desastres se trata justamente de lo contrario: de asumir que el riesgo es generado por una amenaza (antrópica en este caso) y por las vulnerabilidades. Para ello, es fundamental lo que expresa WILCHES-CHAUX en uno de sus papers sobre la necesidad de alcanzar una gestión participativa del riesgo. Ya que comunicar NO es simplemente informar, sino que se trata de una construcción en donde intervienen los tres actores que hemos seleccionado para analizar este caso los políticos, los medios de comunicación y la sociedad.

No quiero dejar de tener en cuenta lo que menciona **Otway** sobre la caracterización de la **comunicación de riesgos como un avance en la progresión hacia la inclusión de la gente en la toma de decisiones**. Este es un concepto que nos lleva a pensar en el rol que cumplen los diferentes actores en el escenario público. Siempre reparando en que la comunicación del riesgo es principalmente una responsabilidad de los actores científicos, técnicos y

gubernamentales. Pudiendo debatir en torno a si estas responsabilidades son compartidas o no, pero lo cierto es que los medios de comunicación también informan condicionados en cuanto a la agenda pública marcada por los otros actores del escenario público.

Finalmente, podemos concluir que el desafío es hacer que la comunicación del riesgo no sea simplemente una campaña aislada sino que la misma se encuadre dentro de una política pública de comunicación de riesgo de desastres.

## BIBLIOGRAFÍA

- Aguilar Villanueva, Luis (2009) “Marco para el análisis de las políticas públicas”.
- Buró de Prevención de Crisis y Recuperación Desarrollo de Capacidades para la Reducción del Riesgo de Desastre. PNUD.
- Estrategia Internacional para la Reducción de Desastres,” 2009 UNISDR. Terminología sobre Reducción del Riesgo de Desastres”, Organización de Naciones Unidas; 2009.
- COVELLO, V., SANDMAN, P. y SLOVIC, P. (1988) Risk Communication, Risk Statistic and Risk Comparisons: A manual for Plant Managers. Washington D.C: Chemic Manufacturing Association.
- Elizalde, Luciano H.; Gestión de la comunicación pública. Empresas, grupos e instituciones en el espacio público; Editorial Bosch; Barcelona; 2009.
- Elizalde, Luciano H.; Pedemonte, Damián Fernández; Riorda, Mario; La gestión del disenso. La comunicación gubernamental en problemas; Serie Inclusiones, La Crujía, Buenos Aires, 2011.
- Elizalde, Luciano H.; Pedemonte, Damián Fernández; Riorda, Mario; La construcción del consenso. Gestión de la comunicación gubernamental; Editorial La crujía; Buenos Aires; 2006.
- Fontana, Silvia Esther. “Sobre llovido, mojado. Riesgo, catástrofe y solidaridad. El caso Santa Fe”; EDUCC, Córdoba; 2009.
- Lavell, Allan et al (2004b). “Gestión Local del Riesgo: Nociones en torno al concepto y práctica”. CEPREDENAC-PNUD. Panamá.
- Observatorio de Políticas Públicas. La Gestión de riesgo en la Prevención de emergencias por catástrofes ambientales. Agosto 2007.
- OTWAY, H. (1994) Expert, Risk Communication and Democracy. Risk Anat. 7-125-129.
- Repetto, Fabian (2004) Capacidad Estatal: requisito necesario para una mejor política social en América Latina. Documento de Trabajo No. I-52. Banco Interamericano de Desarrollo, Instituto Interamericano para el Desarrollo Social (INDES), Washington Dc.

- RIORDA, M. (2008). "Gobierno bien pero comunico mal: análisis de las rutinas de la comunicación gubernamental" en Revista del CLAD, n° 40.
- Sandman, P. (2006). "La verdad sin tapujos". Boletín del Organismo Internacional de Energía Atómica 47/2, marzo.
- Tirón, Eugenio y Cavallo, Ascanio; "Gobernar con señales"; Cap. 14; Comunicación Estratégica; Editorial Taurus; Santiago de Chile; 2004.
- [www.undp.org/capacity](http://www.undp.org/capacity) - [www.unisdr.org/cadri](http://www.unisdr.org/cadri) - [www.preventionweb.net](http://www.preventionweb.net) - [www.unisdr.org](http://www.unisdr.org)
- [www.undp.am](http://www.undp.am)

## 1.5 - POLITICA PÚBLICA DE PREVENCIÓN. EL DESAFIO DE VISIBILIZAR LO INTANGIBLE. CASO CATAMARCA

**Julio Cabur (1)**

**Gretel Galeano (2)**

(1) Médico Especialista en medicina Interna. Master en Salud Pública. Secretario General de FeCliSa. Presidente de la Asociación de Bomberos Voluntarios de Tinogasta. Presidente de la Federación de Bomberos Voluntarios de la Provincia de Catamarca. Diputado Provincial.

(2) Licenciada en Comunicación Social. Diplomada en Comunicación y Gestión de Riesgos de Desastres. Diplomada en Conducción y Gestión de Recursos Humanos. Curso de posgrado en Políticas Públicas. Maestrando en Gestión Política.

**[juliocabur.diputado@gmail.com](mailto:juliocabur.diputado@gmail.com) - [gretelgaleano@gmail.com](mailto:gretelgaleano@gmail.com)**

### RESUMEN

El 16 de febrero de 2009, puede marcarse en el calendario como la fecha en la que se confirmó oficialmente que el virus del dengue se había propagado entre vecinos del barrio Eva Perón, uno de los conglomerados más pobres de la ciudad Capital, con falencias estructurales muy duras y con una postergación que puede calcularse en décadas. A partir de entonces, la cifra de casos sospechosos llegó a superar los que se contabilizaron en la localidad chaqueña de Charata, uno de los sitios más castigados por la enfermedad. La rapidez de la proliferación de los contagios transformó a Catamarca en un foco epidémico similar o incluso mayor que el del Chaco. Esto supuso un plan de acciones gubernamentales de corto plazo en un escenario de emergencia.

Según la lectura de los medios de comunicación, los sucesos registrados durante los primeros meses de la epidemia del dengue, puso de manifiesto la falencia en la capacidad de la provincia para enfrentarse a situaciones de emergencia. Por otra parte, la atención de los medios se concentró en la reacción tardía y desacertada del Ejecutivo Provincial, lo que generó un aluvión de críticas y denuncias tanto a nivel local como nacional. Esta situación se agravó cuando los primeros casos de dengue se hicieron públicos y la respuesta inicial del gobierno provincial fue disminuir la magnitud de la situación ante la ciudadanía.

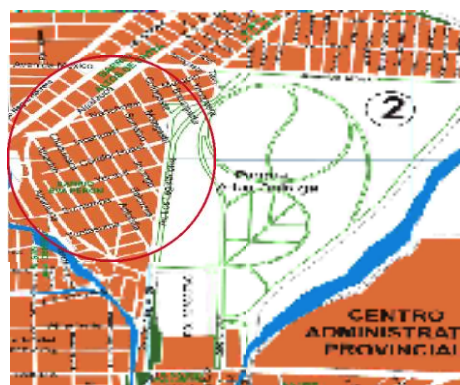
## INTRODUCCIÓN

En Catamarca, la situación analizada se presenta como escenario de alta sensibilidad política y social donde la acción y la operación técnica deben estar contenidas en políticas públicas de largo, mediano y corto plazo.

En esta oportunidad, se va a prestar especial atención a la epidemia del dengue registrada durante el año 2009, recortando el análisis a los meses de febrero, marzo y abril de ese año, período donde la epidemia alcanzó su mayor intensidad.

En este contexto, podemos identificar los principales actores que interactuaron en la situación planteada:

- Gobierno Provincial (autoridades designadas para contrarrestar la epidemia)
- Comunidad en general
- Población afectada por la enfermedad
- Medios de Comunicación
- Oposición (Autoconvocados de la Salud)



*Mapa del Barrio Eva Peron y Barrios más afectados en la Ciudad Capital.*

A raíz de la aparición de un importante número de casos de personas afectadas por el mosquito *Aedes aegypti*, en la provincia de Catamarca se declaró la emergencia sanitaria en todo el territorio y las autoridades de Salud pidieron calma a la población garantizando que desde el área se habían tomado todos los recaudos necesarios para evitar que se propague la enfermedad, asegurando que los hospitales de toda la provincia contaban con todos los medios necesarios para brindar asistencia a las personas que presentaran síntomas de la enfermedad.



Sin embargo la epidemia avanzó con mayor velocidad, lo cual desnudó la existencia de incongruencias explícitas entre lo que las autoridades manifestaban, y la evolución de la enfermedad.

Tanto los medios de comunicación, como la oposición y la comunidad en general manifestaron su sorpresa cuando en tan sólo una semana se dio a conocer más de mil nuevos casos sospechosos y algunos confirmados por laboratorio de dengue en personas de diferentes sectores de la ciudad Capital, por lo que el total ascendía por ese entonces a 7.201. De acuerdo con la información proporcionada por el Ministerio de Salud de la provincia, hasta el 7 de abril se habían registrado 6.100 casos sospechosos, no confirmados, de pacientes con dengue desde el inicio del brote. De esta

manera, se superaría la cantidad de pacientes que los que se contabilizan en la provincia de Chaco, las jurisdicciones más castigadas por la epidemia.

Es decir, que el número de casos, triplicaba el número a nivel país que se venía manejando desde del Ministerio de Salud de la Nación. Se pasa de unos 2500 para toda la Argentina, a más de 6 mil. Lo que lleva a desconfiar de los números que difundieron otros ministerios de salud de provincias en similares condiciones socioeconómicas, geográficas y climáticas, lo cual lleva a la reflexión del por qué Salta y Jujuy presentaban números tan bajos en comparación con Chaco y Catamarca.

Ante este panorama, la oposición personificada especialmente por los Autoconvocados de la Salud, reclamaron enérgicamente al respecto acusando a las autoridades porque, según sus representantes: *“Quisieron hacer lo mismo que en el INDEC, falseando estadísticas, nosotros hicimos proyecciones estadísticas que nos daban cerca de 5 mil casos; se intentó ocultar la situación y no se tomaron ni siquiera las mínimas medidas y el brote siguió su marcha. La población está con temor y hay una gran psicosis”*.

El descontento de la ciudadanía ante los desaciertos de las autoridades también se hizo evidente en las numerosas manifestaciones que según el diario local El Ancastrí, un grupo de vecinos pidió participar en las acciones contra la enfermedad ahora encaradas desde la cartera que dirigía el ministro de Salud Ferreyra: *“Queremos fiscalizar lo que se hace con el millón de pesos que se dispuso para combatir la enfermedad”*, alegaron los vecinos, que siguieron convocando a las reuniones y que destacaron que el Ministerio *“está desorientado con el brote de la enfermedad, no sabe para dónde ir”*.

Mientras tanto, a nivel nacional, la situación no desentonaba con lo que ocurría a nivel local. En Buenos Aires, profesionales del Hospital Muñiz, manifestaban que *“la epidemia de dengue en Argentina es la más importante de la que se tenga registro en el país”* y recalcan que *“no hubo una fuerte concientización de parte del Estado para prevenir a la población”*.

En el marco de esta situación, el gobierno de la provincia decidió la constitución de un comité operativo de emergencia, denominado COE Dengue. Éste se ocupó de realizar acciones de atención a los enfermos, campañas de capacitación y difusión y la limpieza y descacharrizado de las localidades más afectadas.

En el mes de junio por la llegada del frío no se registraron casos y el total de casos confirmados por nexo o laboratorio fueron 8843 casos. Catamarca se posicionó como una de las provincias con mayor cantidad de infectados por dengue. Luego de las elecciones provinciales desarrolladas el 8 de marzo, la atención de los medios de comunicación locales se centró en las carencias comunicativas de los representantes del ministerio de salud de la provincia, y en la ausencia de políticas de prevención.

## **DESARROLLO**

El Ministerio de Salud Pública de la Provincia de Catamarca contaba -y cuenta actualmente- con áreas de Educación para la Salud, encargadas básicamente a la difusión y a la prevención, también existía un programa que a raíz de la ausencia del virus del dengue había quedado en el olvido.

La situación registrada a raíz de la epidemia del dengue, lleva necesariamente a la reflexión sobre dos cuestiones:

- a. el desafío que implica para una administración estatal formular, diseñar, planificar e implementar políticas públicas de prevención, que indudablemente pertenecen al plano de lo intangible.
- b. el desafío para la administración gubernamental de la puesta en marcha de políticas públicas de corto plazo en situaciones de emergencia y de crisis institucional.

Para facilitar la comprensión sobre el caso abordado en este trabajo, se profundizará sobre algunos conceptos vinculados directamente con la temática desarrollada.

El **dengue** es identificado como “**desastre natural de larga duración**”, según la Clasificación de los Desastres desde el punto de vista del origen, en “Taxonomía y diferencias entre los distintos tipos de desastres” de Mónica García Renedo y José Manuel Gil Beltrán.

Sumado a esta clasificación, la Organización de la Cruz Roja considera a las epidemias, desertización y hambre como desastres naturales de larga duración, producto no de la acción, sino de la inacción humana “**son desastres que se producen por una falta de planificación o una inadecuada distribución de recursos, es decir por una inacción humana**”.

Algunos autores consideran este tipo de desastres como calamidades, como los efectos prolongados de un problema social.

Teniendo en cuenta esta conceptualización, se considera que el caso de Catamarca se ajusta a la misma.



No se debe dejar de lado la situación de amplios sectores de la sociedad que aún se encuentran con un índice de necesidades básicas insatisfechas alarmante. La ciudad de Catamarca, posee una franja que rodea al micro centro, que está constituida por familias de escasos recursos, muchos de ellos desempleados, con viviendas precarias, muy próximos a basurales. Es decir, toda una serie de factores que hacen que el impacto y proliferación del mosquito y la enfermedad sea de mayor magnitud.

En el marco de estas observaciones, el dengue se presenta como un escenario complejo donde se deberá analizar la eficacia y efectividad de las políticas públicas implementadas por el ejecutivo provincial, destacando que este trabajo se limitará a brindar una descripción del caso.

## **POLITICAS PÚBLICAS**

Son varios los autores que indican que nuestro país no cuenta con una clara política para contingencias, por lo que se hace necesario formular una serie de líneas generales de acción por parte de las autoridades con la participación de la población.

Los desastres naturales u ocasionados por el hombre afectan a todos los estamentos de la sociedad y no sólo arrojan números crecientes de muertes sino que generan grandes grupos de personas desplazadas (que deben abandonar sus viviendas) y un alto en el desarrollo de la comunidad afectada.



Por estos motivos, es necesario la movilización, coordinación y planificación por parte del Estado de sus recursos de manera expedita y eficaz para poder canalizar las demandas que exigen las situaciones posteriores a un evento adverso. Esta coordinación y planificación debe gestarse en los distintos niveles de gobierno, tanto nacional, provincial como municipal.

Con lo expresado anteriormente se advierte la necesidad de desarrollar una política con su correspondiente plan y programa que implique a todos los actores públicos y privados de la sociedad. Lograr esto derivaría en la reducción de riesgos de desastres tan mencionada por científicos, académicos y respondientes, pero tan poco aplicada de manera clara y ordenada.

Ahora bien, cabe reflexionar sobre la naturaleza de esta política pública, según Mario Garza Salinas “la naturaleza de esta política se caracteriza por tres aspectos: área (rural - urbano), población (todos los sectores de la sociedad) y evento (todo tipo de escenario de acontecimientos destructivos).

Siguiendo a Garza Salinas, el objetivo de esta política es establecer un conjunto de líneas de acción encaminadas a prevenir casos de desastres mediante su regulación, distribución y conducción de las actividades a fin de proteger a la población, bienes y servicios básicos.

Según este autor, para el diseño de esta política se debe tener en cuenta dos aspectos: las estrategias y las tácticas, todo ello desarrollado en función de las cuatro fases teóricas de la seguridad: prevención, mitigación, rescate y restablecimiento.

**Estrategias:**

1. Análisis de Vulnerabilidad (identificación de zonas de riesgo)
2. Elaboración de un marco general para la mitigación y preparación contra efectos destructivos.
3. Conducción de mecanismos para la atención y rescate en zona de desastres.
4. Proceso tendiente para el restablecimiento.

**EVALUACIÓN GENERAL DEL CASO SELECCIONADO**

El aporte que brinda Garza Salinas es interesante, ya que nos lleva a reflexionar en las diferentes instancias de elaboración y diseño de una política pública. Este autor, señala ciertas cuestiones que se deben tener en cuenta para que la misma se traduzca en una real reducción de riesgos de desastres.

El escenario analizado nos indica que un factor a tener en cuenta es la vulnerabilidad social existente de la comunidad catamarqueña y que las políticas públicas de largo, mediano y corto plazo deben ser necesariamente identificadas para poder evaluar su eficacia.

Según la información recabada, es posible que las acciones de gobierno sobre prevención del dengue es decir políticas públicas de largo plazo, no alcanzaran grados adecuados de visibilidad para los actores involucrados como ser médicos, medios y población en general, o en su defecto eran totalmente inexistentes.

Es importante no dejar de lado el hecho de que muchas veces las políticas públicas se encuentran plasmadas en la normativa vigente, pero que a raíz de ciertos factores no alcanzan a ser visibles para los involucrados, es decir que no ingresan en la agenda pública de gobierno.



< Fotografía registrada de relevamiento realizado en las zonas más afectadas.

Mencionamos el factor de vulnerabilidad social, también el desafío que implica poner en marcha políticas públicas de largo plazo vinculadas al plano de lo no tangible y de políticas públicas de corto plazo en situaciones de emergencia y desastres, a esto se suman otros factores a tener en cuenta:

- **frecuencia e intensidad de ocurrencia** del evento adverso sea un desastre natural como una erupción volcánica o una epidemia. Para ser más exactos, si no hay frecuencia es muy difícil que la política pública sea visibilizada por los diferentes actores involucrados como necesaria.

- **naturaleza del evento**, ya que un terremoto, un tsunami, incendio, accidente con sustancias peligrosas, una epidemia exigen respuestas similares de todos los actores de una sociedad pero que por su naturaleza única requieren de una cuidadosa planificación, puesta en marcha y respuesta acorde a las características de cada uno. No es lo mismo mitigar y prevenir ante un evento que tiene corta duración, gran magnitud que ante una situación que puede mantenerse en el tiempo o tener una evolución negativa para la comunidad como ser una epidemia. En este sentido no se pretende dar cuenta de que uno es más importante que el otro, sino que cada desastre o catástrofe tiene sus propias características que requieren de una determinada planificación, diseño, coordinación y respuesta.

- interés de los grupos beneficiarios: *"No siempre la persona o grupo elegido para multiplicar el mensaje está interesado en recibir esta información"*,

Otra cuestión que no se debe dejar de lado, es la coherencia entre la palabra y la acción. La población, en situaciones de emergencias y desastres necesita confiar en sus gobernantes, y el hecho de que se conociera que un año antes, específicamente el 21 de noviembre del 2008 que se había reunido el Consejo Federal de Salud, en el que se fijó al dengue como tema prioritario, y que en esa ocasión el Ministerio de Salud de Catamarca, a cargo del Dr. Juan Carlos Ferreyra, se había comprometido a trabajar al respecto, tarea que evidentemente no llevó a cabo, afectó negativamente la credibilidad de la población en los actores políticos. En el mes de enero de 2009 –dos meses después de esta reunión nacional- hubo un alerta emitido por el propio Ministerio de Salud de la Nación, pero en Catamarca nadie hablaba entonces de esta enfermedad y representantes del Colegio Bioquímico local manifestaron que: "No hubo campañas para que la gente se preparara" (lo que en este trabajo se entiende como carencia o graves falencias en las políticas públicas de largo plazo) y referentes del Hospital San Juan Bautista expresaron que hasta el mes de febrero de 2009 los médicos no recibieron capacitación. El Director del nosocomio Dr. Ernesto Martínez dijo: "Como la enfermedad no existía en la provincia, los médicos nunca había visto un caso de dengue".

Haciendo referencia a lo expresado en párrafos anteriores, sería adecuado pensar a las políticas públicas de prevención como la gran tarea de los gobiernos frente a los eventos adversos naturales u ocasionados por el hombre.

Cada paso de la formulación e implementación de una política pública en esta materia, necesita de la participación de todos los actores, pero principalmente de las autoridades quienes son los que cuentan con el conocimiento, la estructura y los recursos para poner en marcha el conjunto de acciones que puedan reducir los riesgos de desastres en las comunidades.

También la población es un elemento vital a tener en cuenta, ya que son los potenciales beneficiarios de esta política pública quienes pueden proporcionar la información necesaria para revisar el fundamento de las políticas de gestión del riesgo y de educación, adaptando el mensaje según el público receptor, las funciones y poder de decisiones de los mismos.

No se debe dejar de lado **la creatividad**, ya que las políticas públicas de prevención no son tangibles (como por ejemplo lo puede ser una acción dentro del ámbito de la obra pública) y requieren de la búsqueda de diferentes metodologías para llegar a hacerse lo suficientemente visibles para dichos actores.

## CONCLUSIÓN

La situación generada por la epidemia del dengue en la Provincia de Catamarca fue un evento de gran repercusión social, con consecuencias socioeconómicas y políticas importantes para la provincia. Ya que esta epidemia se dio en un contexto electoral, y políticamente delicado donde las relaciones de la provincia con el gobierno nacional no eran buenas (nación estableció en la ciudad capital de Catamarca su propio Comité de Emergencia, generando una suerte de doble comando).

Como se mencionó en un principio el gobierno de la provincia, una vez que se dio a conocer que la presencia del dengue era un hecho en la provincia, puso en marcha acciones tendientes a lo que en comunicación política se entiende como control de daños, es decir acciones que buscaron contener los daños ocasionados por un evento adverso que tuvo gran impacto debido a la ausencia de políticas públicas de prevención. No está demás manifestar que si hubiera existido previsión, entonces el número de personas infectadas hubiera sido menor, y hasta quizás se hubiera evitado tal epidemia.

Todas las acciones que se llevaron a cabo después son las que deberían mantenerse en el tiempo adecuadas a tiempos de normalidad. La ausencia de ellas provocaría la posibilidad de que todo se repita nuevamente, pero con el agravante que miles de catamarqueños ya se encuentran dentro de un grupo vulnerable a la presencia de otros tipos de dengue.

La epidemia del dengue fue un suceso que tuvo una repercusión importante en la prensa, la que generó un clima de opinión en el que incluso aquellos ciudadanos que no fueron afectados directamente por la enfermedad, se sintieron implicados y comprometidos (Lozano, 2003), además puso en tela de juicio la capacidad de las autoridades para hacer frente a este tipo de eventos, y finalmente, dejó planteada la necesidad de que los gobiernos locales evalúen cuidadosamente los marcos normativos que sustentan las políticas públicas de gestión de riesgo de desastres y que establezcan protocolos de acciones de gobierno inmediatas para casos de desastres y catástrofes a los efectos de reducir el riesgo de los mismos y contrarrestar acciones de gobierno reactivas.

**REFERENCIAS**

Se tomará como base bibliografía los siguientes trabajos:

- "Diseño de una política pública para la prevención de desastres naturales." Mario A. Garza Salinas. Premio INAP 1988.
- "Instituciones formales débiles y políticas públicas de largo plazo". Marcos Roggero
- Gestión de la Información y Comunicación en emergencias y desastres. Guía para equipos de respuesta. Organización Panamericana de la Salud. Área de Preparativos para Situaciones de Emergencia y Socorro en casos de Desastre. Panamá. Julio 2009.
- "Gobierno bien pero comunico mal": Análisis de las Rutinas de la Comunicación Gubernamental. Riorda, Mario. Publicado en la Revista del CLAD Reforma y Democracia. No 40. (Feb. 2008). Caracas.
- Estrategias de comunicación en tiempos de crisis: Los mensajes del gobierno a través de los medios tras el hundimiento del "Prestige". VIII Congreso Español de Ciencia Política y de la Administración Política para un mundo en cambio.
- García Renedo, M. y Gil Beltran, J.M. (2004) Aproximación conceptual al desastre. Cuaderno de crisis.
- Gil Calvo, E. (2003) El miedo es el mensaje. Riesgo, incertidumbre y medios de comunicación. Madrid: Alianza.
- Lozano Ascencio, C. (2002) La cultura del riesgo global a las catástrofes. VII Congreso Iberoamericano de Comunicación. Maia, Oporto, Portugal. Noviembre 2002.
- Quarantelli, E.L. (2002) The role of the mass communication.
- <http://www.elancasti.com.ar/nacionales/Alerta-sanitario-en-Chaco-por-casos-dedengue-20090216-0092.html>
- <http://www.elancasti.com.ar/informaciongral/Ferreyra-El-dengue-esta-presente-enCatamarca-20090223-0078.html>
- <http://www.pagina12.com.ar/diario/sociedad/3-120508-2009-02-25.html>
- <http://www.elancasti.com.ar/informaciongral/Detectaron-diez-casos-de-dengue20090223-0073.html>
- <http://www.elancasti.com.ar/informaciongral/Dengue-llegan-profesionales-enseguimiento-endemico-200903060046.html>
- <http://www.elancasti.com.ar/informaciongral/Ocaa-El-dengue-es-prevenible-noevitable-20090409-0084.html>
- [http://www.perfil.com/contenidos/2009/04/03/noticia\\_0008.html](http://www.perfil.com/contenidos/2009/04/03/noticia_0008.html)
- <http://www.perfil.com/sociedad/-200903270033.html>
- <http://www.elancasti.com.ar/informaciongral/Dengue-siguen-los-allanamientos-endomicilios-de-la-periferia-200904090076.html>
- <http://www.elancasti.com.ar/informaciongral/Quiroga-del-Pino-afirmo-que-no-sesuspendera-la-procesion-de-la-Virgendel-Valle-20090409-0074.html>
- <http://www.elancasti.com.ar/nacionales/Ocaa-El-dengue-llego-para-quedarse20090409-044.html>
- <http://edant.clarin.com/diario/2009/04/05/sociedad/s-01891576.htm>
- [http://www.diariopanorama.com/seccion/nacionales\\_16\\_1/catamarca-confirmanmuerte-por-dengue\\_a\\_37830](http://www.diariopanorama.com/seccion/nacionales_16_1/catamarca-confirmanmuerte-por-dengue_a_37830)
- [http://www.diariodecuyo.com.ar/home/new\\_noticia.php?noticia\\_id=336831](http://www.diariodecuyo.com.ar/home/new_noticia.php?noticia_id=336831)
- [http://www.diariodecuyo.com.ar/home/new\\_noticia.php?noticia\\_id=329380](http://www.diariodecuyo.com.ar/home/new_noticia.php?noticia_id=329380)
- <http://www.elancasti.com.ar/informaciongral/Cierran-el-cementerio-de-la-Capital-pordesinfeccion-20090417-0111.html>
- [http://dengue.catamarca.gov.ar/ver\\_pagina.php?id\\_pagina=1](http://dengue.catamarca.gov.ar/ver_pagina.php?id_pagina=1)

## SIMPOSIO 2 LEGISLACIÓN Y RIESGOS DE DESASTRES

### 2.1 - MARCO LEGAL Y ADMINISTRATIVO EN MATERIA DE CAMBIO CLIMATICO EN LA REPUBLICA ARGENTINA

**Sayago, Florencia**

Mendoza 3493. San Miguel de Tucumán (CP 4.000)

La atmósfera y sus elementos no ha sido pasada por alto por el Derecho Público. La doctrina moderna no pone en duda que forma parte del dominio público del Estado (Bellorio Clabot, 2007), lo que le otorga a éste, por un lado, la potestad de conceder su uso (para comunicaciones, transporte, p.e.), y lo obliga, por el otro, a su protección frente a las alteraciones de sus condiciones naturales. El cuerpo normativo resultante, integrado por instrumentos internacionales y por legislación nacional y local, requiere de organismos administrativos responsables de su aplicación. El objetivo del presente trabajo es el relevamiento y análisis de dicho marco jurídico, así como el marco institucional administrativo de la política federal de cambio climático, bajo la figura de lo que se denomina “federalismo de concertación”.

Partimos del instrumento central de toda la producción regulatoria: la Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático (CMNCC), del cual Argentina es signataria, y que ha sido ratificado en 1993 mediante Ley N° 24.295. El objetivo de la Convención es alcanzar “*la estabilización de las concentraciones de gases de efecto invernadero en la atmósfera a un nivel que impida interferencias antropógenas peligrosas en el sistema climático. Ese nivel debería lograrse en un plazo suficiente para permitir que los ecosistemas se adapten naturalmente al cambio climático, asegurar que la producción de alimentos no se vea amenazada y permitir que el desarrollo económico prosiga de manera sostenible*”. (artículo 2). En 1997, como parte de la Convención Marco de las Naciones Unidas, se adoptó el Protocolo de Kyoto con el fin de reducir las emisiones de seis gases de efecto invernadero que causan el calentamiento global en un porcentaje aproximado de al menos un 5 %, dentro del periodo que va desde el año 2008 al 2012 en comparación a las emisiones al año 1990. Este es un porcentaje a nivel global y cada país obligado por Kioto (entre los que no se encuentra la Argentina) tiene sus propios porcentajes de emisiones que debe disminuir. Nuestro país ratificó el Protocolo en 2001, mediante Ley N° 24.538.

Con respecto a la legislación nacional se han incluido a las leyes de presupuestos mínimos de protección ambiental, entre ellas la Ley N° 26.639, que establece el “Régimen de Presupuestos Mínimos para la Preservación de los Glaciares y del Ambiente Periglacial”, y en cuyo artículo 10 atribuye a la autoridad de aplicación (la Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación) la función de aportar a la formulación de una política referente al cambio climático acorde al objetivo de preservación de los glaciares y el ambiente periglacial, tanto en la órbita nacional, como en el marco de los acuerdos internacionales sobre cambio climático.

Al analizar la actuación administrativa ambiental es necesario partir de la naturaleza federal del Estado argentino (art. 1, Constitución Nacional) que, en contraposición con modelos unitarios que concentran el poder en un único gobierno central, implica la existencia de dos órdenes de gobierno sobre el mismo territorio, cada uno con sus potestades distribuida constitucionalmente (Rodríguez Salas, 2004). La preexistencia de las Provincias como entidades políticas anteriores a la Nación importará que el Estado nacional detente únicamente aquellos poderes que le sean delegados expresamente por las Provincias, quedando reservado el resto en estas últimas. A partir de esta base queda instaurada una conformación competencial donde – como expresa Esaín (2008) – se presenta la combinación de una fuerza centrífuga que descentraliza el poder hacia los Estados provinciales junto a una fuerza centrípeta que produce la unión de varios Estados autónomos en un Estado federal. Con la inclusión del artículo 41 en la Reforma de 1994 se produce la mutación del sistema federal de atribuciones en materia de políticas ambientales. Este esquema competencial bifronte se traduce, en lo referente a organización administrativa, en la existencia de dos órdenes jurisdiccionales (al que se suma el nivel municipal), que deben actuar coordinadamente, a través del Consejo Federal de Medio Ambiente (COFEMA), ordenando ambientalmente *“el funcionamiento global del territorio de la Nación”*, según prescribe el artículo 9 de la Ley 25.675, LGA. El Consejo Federal de Medio Ambiente (COFEMA), es el *“organismo permanente para la concertación y elaboración de una política ambiental coordinada entre los Estados miembros”* (todas las Provincias argentinas, la Ciudad Autónoma de Buenos Aires, y el Gobierno Nacional), de acuerdo a la Ley N° 25.675. Desde el año 2009, el cambio climático ha sido incluido en la agenda de trabajo del COFEMA.

Por último se analiza el proceso de elaboración de la Estrategia Nacional de Cambio Climático, iniciado en noviembre de 2011 por el Comité Gubernamental de Cambio Climático.

### **Referencias bibliográficas**

- Bellorio Clabot, D. *Derecho del cambio climático*. Ad-Hoc. Buenos Aires. 2007.
- Esain, J. A. *Competencias ambientales*. Abeledo Perrot. Buenos Aires, 2008.
- Rodríguez Salas, A. Vigencia y operatividad de la normativa ambiental. El sistema federal ambiental. *La Ley. Suplemento de Derecho Ambiental*. Año XI, N° 3, 4-6, 2004.

## SIMPOSIO 3 LOS RIESGO DE DESASTRES Y LA SUSTENTABILIDAD TERRITORIAL

### 3.1 - CARTOGRAFÍA DE LA APTITUD DE LOS SUELOS CON FINES INGENIERILES EN LA CIUDAD DE SAN MIGUEL DE TUCUMÁN, PROVINCIA DE TUCUMÁN

**Diego S. Fernández<sup>1,2</sup> & María A. Lutz<sup>1</sup>**

(1) SEGEMAR (Delegación Tucumán). Miguel Lillo 251 – 2 Piso. CP 4000. Tucumán  
diego72es@yahoo.es

(2) Facultad de Ciencias Naturales e IML. Miguel Lillo 205. CP 4000. Tucumán  
diefer@csnat.unt.edu.ar

#### RESUMEN

La ciudad de San Miguel de Tucumán ha experimentado en los últimos años un marcado incremento en la construcción de edificios en detrimento de estructuras menores. Este hecho trae aparejado que se necesiten de mayores requerimientos de los suelos en donde se construye con el fin de evitar problemas.

El objetivo de este trabajo es realizar una cartografía de la aptitud de los suelos de la ciudad que refleje las variaciones que puede haber en su capacidad de soporte físico frente a diferentes construcciones mediante el uso combinado de técnicas de análisis multicriterio y SIG. La implementación de métodos de evaluación multicriterio bajo un entorno SIG para el análisis espacial de la aptitud de los suelos permitió la diferenciación de aquellos sectores que necesitarán mayores estudios geotécnicos según el tipo de construcción que se desarrolle. Las áreas de menor aptitud de acuerdo a los mapas obtenidos coinciden con la presencia de suelos limo-arcillosos, de mediana plasticidad, comportamiento geomecánico malo y muy sensibles a niveles freáticos elevados. En estos sectores la presencia de estratos granulares dentro de los 6 metros del perfil permite la presencia de niveles freáticos elevados que pueden ocasionar serios problemas si no se toman las precauciones debidas.

#### INTRODUCCIÓN

El estudio de las variaciones espaciales que sufren los factores involucrados en el comportamiento geomecánico de los suelos con vistas a su utilización como soporte físico de distintas obras de infraestructura ha sido materia de numerosos trabajos (Dai *et al.*, 2001; Gómez Delgado & Tarantola, 2006; Dong *et al.*, 2008).

La utilización de técnicas de análisis multicriterio de los distintos factores junto con su representación espacial a través de sistemas de información geográfica (SIG) ha permitido mejorar la calidad y precisión de los mapas resultantes.

La ciudad de San Miguel de Tucumán posee una población de más de 500.000 habitantes con uno

de los índices de densidad de población más elevados de la Argentina de acuerdo a datos del censo poblacional realizado en el año 2010 (INDEC, 2010). Esta elevada densidad poblacional, sumada a un período de fuerte inversión inmobiliaria, ha generado que la construcción de edificios crezca de manera notoria en los últimos años. De esta manera, zonas que antes eran ocupadas por construcciones familiares pequeñas pasan a albergar numerosos edificios por manzana. Estas construcciones de mayor tamaño requieren de condiciones más exigentes por parte de los suelos que los soportan. Por esta razón resulta necesario mejorar la cartografía que existe sobre las aptitudes que presentan los suelos de la ciudad frente a diferentes tipos de construcciones.

El objetivo del presente trabajo es realizar una cartografía de la aptitud de los suelos de la ciudad de San Miguel de Tucumán que refleje las variaciones que puede haber en su capacidad de soporte físico frente a diferentes construcciones (viviendas individuales, redes de servicios y edificios de mediano porte) mediante el uso combinado de técnicas de análisis multicriterio y SIG.

## UBICACIÓN

La ciudad de San Miguel de Tucumán se encuentra ubicada en el sector centro-oeste de la provincia, dentro del ámbito pedemontano, entre los paralelos 26°46'55'' y 26°55'16'' de latitud sur y los meridianos 65° 10'13'' y 65° 14'28'' de longitud oeste (Fig. 1a). La ciudad presenta un desarrollo areal de 90 km<sup>2</sup> aproximadamente con una población de 548.866 habitantes lo que arroja una densidad de población de 6.098 hab/Km (INDEC, 2010) y constituye el centro político y económico de la provincia.

## METODOLOGÍA

La metodología seguida para la elaboración de los mapas finales consistió en una serie de etapas. En la primera etapa se evaluaron los distintos criterios o variables que se iban a utilizar para la determinación de la aptitud de los suelos. En esta etapa fueron seleccionados los siguientes criterios: tipo de suelo, profundidad del nivel freático, índice topográfico de humedad y altura sobre la red de escurrimiento. Estas variables fueron seleccionadas debido a que los suelos de la mayor parte del área de estudio suelen sufrir una disminución de su capacidad de soporte como consecuencia de la presencia de agua.

Para la obtención de mapa de suelos fueron utilizados los trabajos de Adler (1996a), Paul Camacho (2008) y perfiles de pozos de agua realizados por la Dirección Provincial del Agua de la provincia de Tucumán. Para la determinación de los niveles freáticos fueron utilizados los trabajos de Adler (1996b), perfiles de pozos de agua realizados por la Dirección Provincial del Agua de la provincia de Tucumán e información propia. Los otros dos criterios tenidos en cuenta durante la evaluación, índice topográfico de humedad y altura sobre los canales de flujo de escurrimiento, fueron obtenidos a partir de un modelo digital de altura en base a datos SRTM. Todos los mapas fueron desarrollados sobre una base cartográfica constituida por un fotomosaico a escala 1:10.000.

Una vez obtenidos cada uno de los mapas fueron estandarizados a valores entre 0 y 1 y se procedió al análisis multicriterio. Para este análisis se utilizaron dos técnicas ampliamente difundidas que son el Procedimiento de Jeraquía Analítica (AHP) (Saaty, 1980) y el método del Promedio Ponderado Ordenado (OWA) (Yager, 1988).

Estas técnicas fueron aplicadas mediante el uso SIG de uso público denominado SAGA (System for Automated Geoscientific Analysis).



## CRITERIOS

### ***Tipo de suelos***

Los suelos del área de estudio fueron clasificados de acuerdo a la clasificación de Casagrande () y en base a las características de los perfiles en profundidad. Para su clasificación se tuvo en cuenta los datos de perfiles litológicos, fueron analizados más de 100 sondeos, provenientes de distintos trabajos (Adler, 1996a; Paul Camacho, 2008) hasta una profundidad de 6 metros. Este límite de profundidad fue seleccionado debido a que las perturbaciones originadas por los tipos de construcciones más comunes alcanzan en promedio esa profundidad. Se diferenciaron 4 tipos de suelos: suelos de tipo 1 constituidos por limos y limo arcillas de baja plasticidad y poco densos clasificados como CL-ML que tienen un comportamiento geomecánico malo a regular; suelos de tipo 2 constituidos por limo arcillas de plasticidad moderada y con la intercalación de un horizonte granular de origen fluvial que fueron clasificados como CL y CL-ML cuyo comportamiento geomecánico es malo; suelos de tipo 3 representado por gravas y arenas y/o suelos densos clasificados como GM y SM que tienen un comportamiento geomecánico bueno y suelos de tipo 4 constituidos por gravas con arenas clasificados como GS que tienen un comportamiento geomecánico bueno.

### ***Profundidad del nivel freático***

La altura del nivel freático es un criterio clave a la hora de evaluar el comportamiento geotécnico de los suelos ya que dependiendo del grado de humedad que tengan los mismos puede variar su capacidad de soporte. Para este criterio se utilizó información sobre niveles freáticos que fueron medidos durante el período húmedo en más de 300 puntos repartidos dentro del área de estudio (Adler 1996b, perfiles de la Dirección Provincial del Agua y datos propios). La ubicación de los puntos de medición y la interpolación realizada mediante el método Kriging puede apreciarse en la figura 2b. El área de estudio fue dividido en 4 clases en base a la profundidad de la freática: áreas con un nivel freático superficial localizado hasta los 2 metros consideradas como muy desfavorables, áreas con niveles freáticos entre 2 y 4 metros consideradas como desfavorables; áreas con niveles freáticos entre 4 y 6 metros consideradas como intermedias y áreas con niveles freáticos profundos de más de 6 metros consideradas como favorables.

### ***Índice de Humedad***

El índice de humedad o índice topográfico de humedad (Beven y Kirkby, 1979) constituye la relación entre el área aportante específica y la pendiente de la celda en que se calcula. El índice de humedad ha sido desarrollado para predecir áreas saturadas y como una medida indirecta del nivel freático del suelo (Martínez Casanovas, 1998). Para su determinación se utilizó un modelo digital de terreno a partir de datos SRTM el que fue previamente tratado para evitar los huecos de información y remover las depresiones cerradas.

Para este propósito se trabajo con un filtro mediante el procedimiento propuesto por Planchon y Dorboux (2001). Este criterio se haya expresado originalmente en números de celdas, cuanto mayor es el número de celdas mayor es la humedad, por lo que fue normalizado linealmente a valores entre 0 y 1 para su posterior análisis con los otros criterios.

### ***Altura sobre la red de escurrimiento***

Este parámetro representa la distancia vertical entre el nivel de base de la red de escurrimiento superficial y un determinado punto del terreno y ha sido utilizado para el modelado de zonas inundables (Bock y Köthe, 2008). El área de estudio fue dividida en 4 clases: áreas con una

diferencia de altura superior a los 6 metros fueron consideradas como muy favorables, áreas con diferencias de altura entre 4 y 6 metros consideradas como favorables; áreas con diferencias de altura entre 2 y 4 metros consideradas como intermedias y áreas con diferencias de altura de menos de 2 metros consideradas como desfavorables.

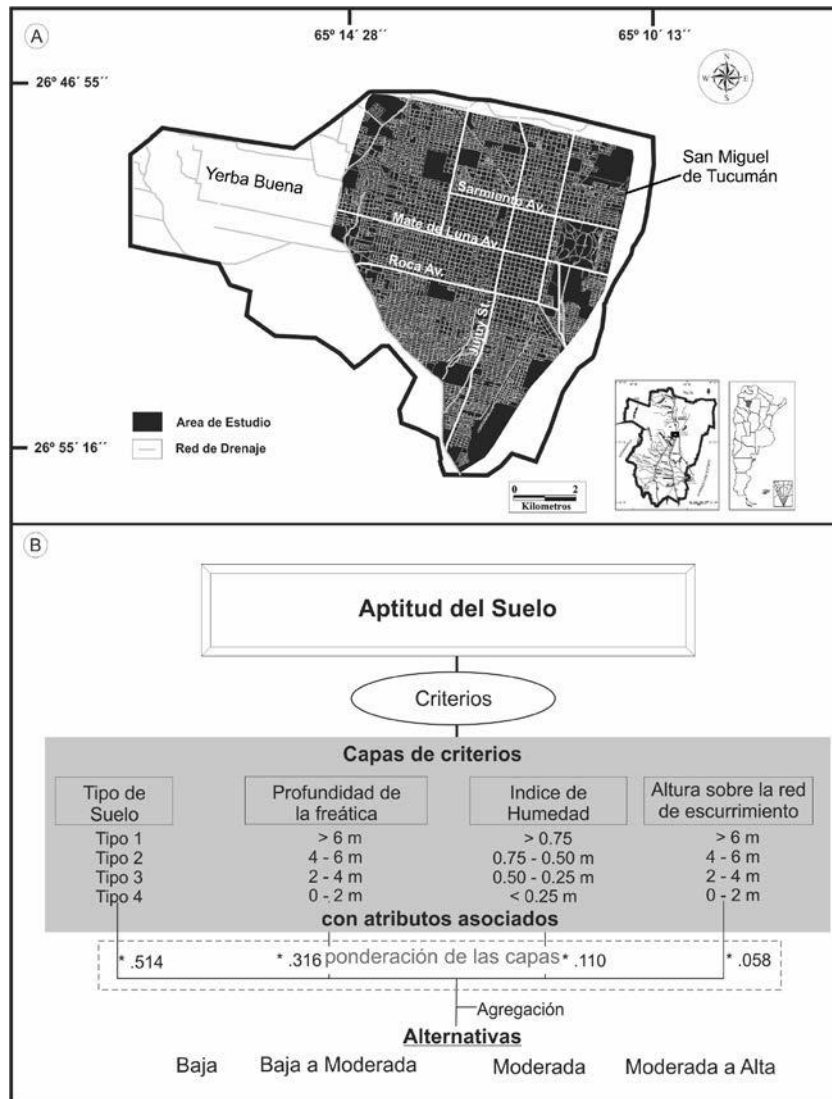


Figura 1. A. Mapa de ubicación del área de estudio. B. Estructura jerárquica utilizada para el análisis multicriterio por el método AHP.

## EVALUACIÓN MULTICRITERIO

### Modelo AHP

El procedimiento AHP constituye una metodología flexible y a la vez estructurada para el análisis y la solución de problemas de decisión complejos mediante la estructuración de los mismos dentro de un esquema jerárquico (Saaty, 1980). Este procedimiento comprende 3 pasos: (i) desarrollo de la estructura jerárquica, (ii) comparación entre pares de elementos para asignar pesos y (iii) agregación de los distintos criterios con sus pesos para obtener un valor final que se relacione con el objetivo.

En la Fig. 1b puede apreciarse el ordenamiento jerárquico con el cual se trabajó para obtener las distintas alternativas de aptitud de suelos para la construcción. Para la comparación entre pares este método utiliza una matriz de comparación donde se colocan todos los criterios o variables y se utiliza una escala de preferencias para hacerlo. Esta escala se haya compuesta por nueve números enteros que expresan las preferencias individuales de unas sobre otras, correspondiendo el número 9 a una preferencia extremadamente alta y el 1 cuando no existe preferencia. Además éste método permite medir matemáticamente el grado de inconsistencia del juicio de valor que se realizó en las matrices. Esta medida se denomina razón de consistencia (CR) y puede adoptar valores entre 0 y 1. Cuanto más se acerque el valor a 0 mayor será la consistencia del juicio. Una razón de consistencia en el orden de 0,1 o menor implica un grado de consistencia adecuado (Saaty, 1980). Este procedimiento fue aplicado a los criterios y a las clases que conforman los criterios.

Para este trabajo se definió al criterio tipo de suelo como el de mayor peso, luego le siguieron los criterios de profundidad de la freática, índice de humedad y altura sobre la red de escurrimiento en orden decreciente. Los valores de aptitud definitivos fueron calculados a partir de la suma ponderada lineal como método de agregación cuya ecuación es:

$$AHP_i = \sum_j^n W_j X_{ij} \quad (1)$$

Donde  $X_{ij}$  = ranking de la clase  $i$  del criterio  $j$  y  
 $W_j$  = es el peso del criterio  $j$   
 La razón de consistencia para todas las comparaciones fue inferior a 0,1.

### Modelo OWA

Esta metodología sigue los pasos de la anterior hasta el cálculo del peso de los criterios. Pero presenta una diferencia fundamental que es el ordenamiento de estos criterios de acuerdo a un segundo grupo de pesos (pesos de ordenamiento) que son asignados a cada criterio de acuerdo a su orden de importancia. Para la obtención de los pesos de ordenamiento se utilizó la ecuación de Malczewski (2006):

$$V_j = \frac{n-r_j+1}{\sum_j^n n-r_k+1} \text{ para } k = 1, 2, 3 \dots n \quad (2)$$

Donde  $n$  = numero de criterios,  $r_j$  = es el orden que se le asignó (criterio más importante toma valor de 1 y el menos importante 4) y  $r_k$  = es el número de orden de cada criterio. Los pesos de ordenamiento obtenidos fueron: criterio 1 = 0,4, criterio 2 = 0,3, criterio 3 = 0,2 y criterio 2 = 0,1. Para la obtención de la aptitud de las diferentes zonas este método realiza el cálculo final mediante la siguiente ecuación:

$$OWA_i = \sum_{j=1}^n \left( \frac{u_j v_j}{\sum_{j=1}^n u_j v_j} \right) z_{ij} \quad (3)$$

Donde  $v_j$  es el peso de ordenamiento del criterio  $j$ ,  
 $u_j$  es el criterio  $j$  reordenado y ponderado por su peso y  $z_{ij}$  es obtenido a partir del reordenamiento de los valores de los criterios.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los modelos de aptitud obtenidos por los dos métodos de análisis multicriterio utilizados corresponden a coberturas en donde los píxeles se encuentran estandarizados entre 0 y 100, representando el valor 100 a la mayor aptitud calculada (Fig. 2a). Con el fin de hacer más sencilla su interpretación los valores fueron agrupados en 4 clases de aptitud teniendo en cuenta su

distribución estadística y la calidad natural de los suelos para la construcción. Las distintas zonas fueron clasificadas en baja (0-10), baja a moderada (11-20), moderada (21-40) y moderada a buena (> 40). Uno de los sectores que obtuvo los valores más bajos fue la zona sudeste de la ciudad en donde se observan una serie de factores adversos: suelos de comportamiento geomecánico malo, nivel freático alto y posición topográfica baja hacia donde confluyen las pendientes generales de la ciudad. Luego existen otras cuatro zonas cuya aptitud fue clasificada como baja, que son los sectores localizados entre la Avenida Brígido Terán y la calle Jujuy, en un sector céntrico entre las calles San Luis y Alberdi, en el sector conocido como el Bajo de la ex Cootam localizado entre las avenidas Colón y Adolfo de la Vega y por último la zona ubicada entre las avenidas República del Líbano y Juan B. Justo. En estos sectores los suelos se caracterizan por ser limo arcillosos y presentar dentro de los 6 metros un nivel conformado por material granular. Este nivel permite la presencia de drenajes importantes que pueden ocasionar la pérdida de la presión de poros en los suelos limo arcillosos y como consecuencia de ello se podrían generar problemas de asentamientos. La presencia de estratos granulares en éstas áreas corresponde a antiguos cursos fluviales que descendían de las serranías de San Javier, ubicadas al oeste de la ciudad, y que desembocaban en el Río Salí. Estas zonas se encuentran separadas entre sí por sectores con aptitud moderada a alta conformados por limos de plasticidad baja y comportamiento geomecánico regular en donde el nivel freático se encuentra más allá de los 6 metros y no suele ocasionar problemas.

Otros sectores de aptitud moderada a alta coinciden con suelos ubicados hacia el este y al oeste de la zona de estudio. Estos suelos se encuentran constituidos por gravas y arenas cuyo comportamiento geomecánico es bueno. Estos sedimentos fueron depositados por el río Salí, en el este, y por un curso de agua menor localizado en el Bajo Hondo (al oeste de la zona de estudio). Si bien son sectores con napas freáticas elevadas, éstas no afectan el comportamiento geomecánico de los suelos granulares.

Los mapas obtenidos por ambos métodos reflejaron la presencia de los sectores de menor aptitud de manera similar. La Fig. 2b muestra el cruce entre las coberturas obtenidas por los dos métodos. El método AHP obtuvo una superficie correspondiente a suelos con aptitudes mala y mala a regular de 2.717 hectáreas que representan un 40 % del área total bajo estudio, mientras que el método OWA obtuvo una superficie para las mismas categorías de aptitud de 3.038 hectáreas que representan el 45 % del área total. Sin embargo el método AHP asignó el 15,3 % del área total a una aptitud mala mientras que el método OWA le asignó el 12,2 % implicando una mayor rigurosidad por parte del primer método para la obtención de valores bajos. Este comportamiento también se vio reflejado en los sectores de mayor aptitud en donde el método AHP le asignó el 31,1 % a las áreas con aptitud moderada a buena y el método OWA el 40,2 %. El mayor cambio se aprecia en la categoría moderada ya que mientras la metodología AHP computó 1.935 hectáreas, el método OWA sólo asignó 995 hectáreas.

## CONCLUSIONES

La implementación de métodos de evaluación multicriterio bajo un entorno SIG para el análisis espacial de la aptitud de los suelos con fines ingenieriles, permitió la diferenciación de aquellos sectores que necesitarán mayores estudios geotécnicos según el tipo de construcción que se desarrolle.

Las áreas de menor aptitud coincidieron con la presencia de suelos limo-arcillosos, de mediana plasticidad, comportamiento geomecánico malo y muy sensibles a niveles freáticos elevados. En

estos sectores la presencia de estratos granulares dentro de los 6 metros del perfil permite la presencia de niveles freáticos elevados que pueden ocasionar serios problemas si no se toman las precauciones debidas.

Los criterios empleados para la evaluación de la aptitud de los suelos resultaron adecuados para la delimitación de los sectores con mayor riesgo dentro de la ciudad. Los métodos de evaluación multicriterio obtuvieron resultados similares cuando se separan los sectores de aptitud baja y baja a moderada de los sectores de aptitud moderada y moderada a alta. Sin embargo el método AHP resultó más riguroso al asignar los puntajes a las diferentes áreas. Las zonas calificadas como de baja aptitud por este método tuvieron mayor representación areal en el mapa final obtenido por este método que por el método OWA.

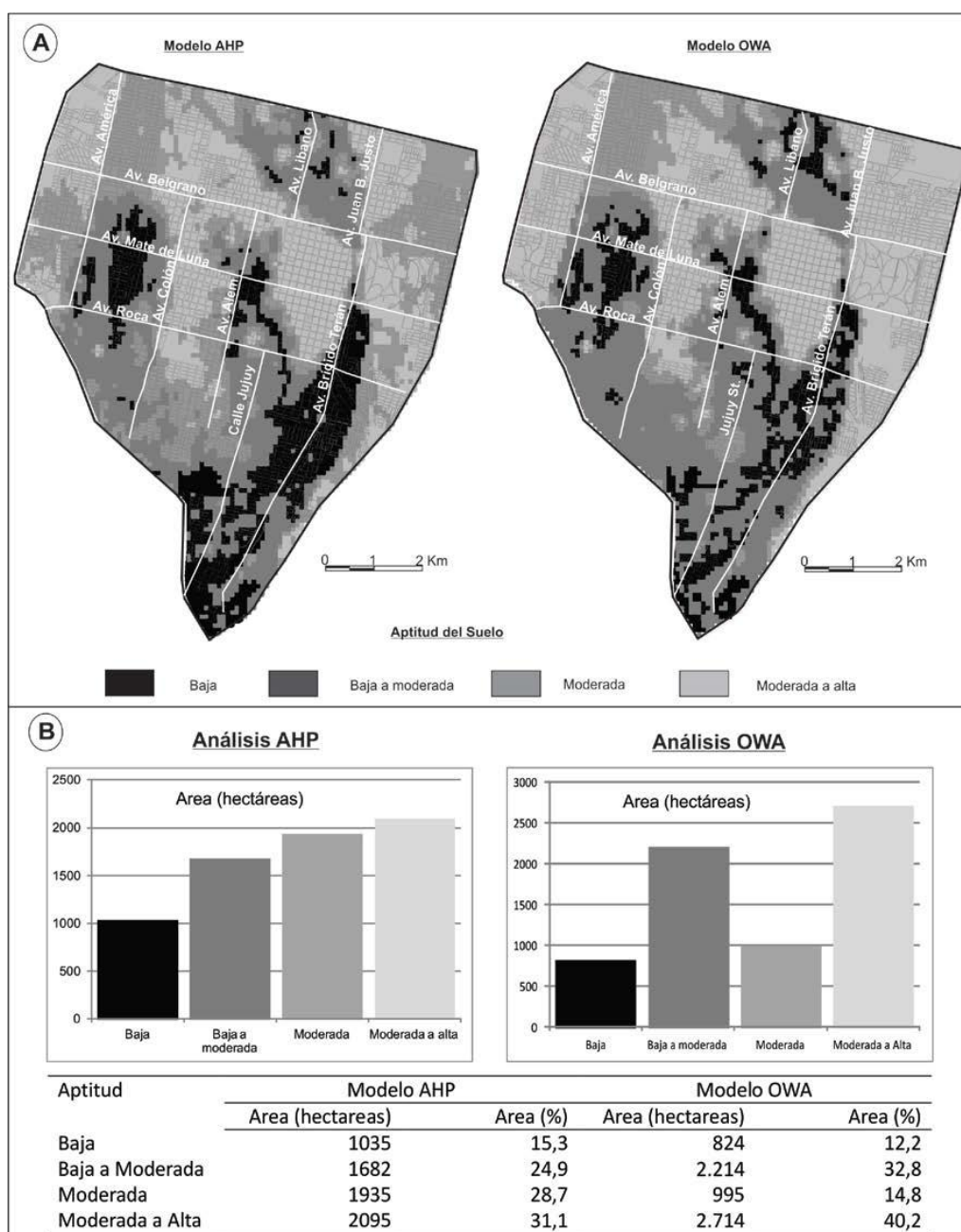


Figura 2. A. Mapas de aptitud de suelos obtenidos mediante los métodos AHP (izquierda) y OWA (derecha). B. Análisis de las áreas con diferentes aptitudes obtenidas por ambos métodos.

**REFERENCIAS**

- Adler, F. 1996a. Cartografía geotécnica de San Miguel de Tucumán. *Serie cartografía geotécnica*. Universidad Nacional de Tucumán. 10 pp.
- Adler, F. 1996b. Cartografía de napas freáticas de San Miguel de Tucumán. *Serie cartografía geotécnica*. Universidad Nacional de Tucumán. 10 pp.
- Beven, K.J. & M.J. Kirkby, 1979. A physically based, variable contributing area model of basin hydrology, *Hydrol. Sci. Bull.*, 24, 43-69.
- Bock, M and Köthe, R. 2008. Predicting the depth of hydromorphic soil characteristics influenced by groundwater. In Jürgen Böhner, Thomas Blaschke & Luca Montanarella (Eds.): "SAGA – Seconds Out". Chapter 2: 13-22. Universität Hamburg.
- Dai, F.C., Lee, C.F. & Zhang, X.H., 2001. GISbased geo-environmental evaluation for urban land-use planning: a case study. *Engineering Geology* 61, 257–271.
- Gómez Delgado, M. & Tarantola, S. 2006. GLOBAL sensitivity analysis, GIS and multicriteria evaluation for a sustainable planning of a hazardous waste disposal site in Spain. *International Journal of Geographical Information Science*, v. 20 (4): 449-466.
- INDEC. 2010. Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas. Instituto nacional de estadísticas y censos de la Argentina.
- Malczewski, J. 2006. Integrating multicriteria analysis and geographic information systems: the ordered weighted averaging (OWA) approach. *Int. J. Environmental Technology and Management*, vol. 6 (1, 2): 7-19.
- Martínez Casanovas, J. A. 1998. Suelo-Paisaje Erosión. Erosión por cárcavas y barrancos en el Alt Penedès – Anoia (Cataluña). Un enfoque de estudio mediante tecnologías de la información espacial: Bases de datos, SIG y Teledetección. Tesis doctoral, Universitat de Lleida, Lleida, España.
- Paul Camacho, M. 2008. El cuaternario del Gran San Miguel de Tucumán y su importancia en la geología aplicada. Trabajo de Seminario. Facultad de Ciencias Naturales e IML. Universidad Nacional de Tucumán. Inédito.
- Planchon, O. & Darboux, F. 2001. A fast, simple and versatile algorithm to fill the depressions of digital elevation models. *Catena* 46: 159-176.
- Saaty, T.L., 1980. The Analytic Hierarchy Process. Mc Graw Hill Company, New York. Yager, R. R., 1988. On ordered weighted averaging aggregation operators in multi-criteria decision making', *IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics*, Vol. 18, pp.183–190

**3.2- DESLIZAMIENTOS EN SECTORES DE LOS PARTIDOS DE TANDIL Y BENITO JÚAREZ (TANDILIA, PROVINCIA DE BUENOS AIRES)**

**Rodolfo O. Gentile** <sup>(1)</sup>

(1) Cátedra de Geomorfología, Facultad de Ciencias Naturales y Museo (UNLP)  
rodolfo@way.com.ar

**RESUMEN**

Los deslizamientos en sectores de los partidos de Tandil y Benito Juárez afectan rasgos en cerros del basamento cristalino, sedimentitas del Grupo Sierras Bayas y cubierta cenozoica, como también componentes producto de actividades humanas. En el basamento cristalino se generaron en laderas de detritos, frentes escarpados, frentes de meteorización antiguos y geformas menores y en las

sedimentitas referidas, en laderas de detritos y frentes escarpados. En la cubierta cenozoica de la zona de menor relieve que se extiende más allá de las laderas de los cerros, afectaron escarpas erosivas de canales y cárcavas. Los deslizamientos asociados con actividades antrópicas tuvieron lugar en frentes escarpados de caminos y sectores con galerías subterráneas generadas por explotaciones mineras antiguas. Distintas actividades se desarrollan en áreas con deslizamientos, pero los daños por estos procesos son distintos, dependiendo de los sectores de producción de los movimientos. Los deslizamientos más significativos se registran en laderas de detritos de cerros modelados en sedimentitas del Grupo Sierras Bayas y los mayores perjuicios se vinculan con galerías subterráneas. Las áreas con inestabilidades antecedentes indican la amenaza y riesgo de deslizamientos y deberían ser consideradas al momento de establecer pautas de planificación respecto a la ocupación futura de las tierras.

## INTRODUCCIÓN

Los deslizamientos o movimientos en masa se refieren al desplazamiento de materiales en la superficie terrestre por acción de la gravedad, incluyendo rocas, detritos y componentes producto de actividades humanas, con hielo y/o agua en diferentes cantidades. Dichos movimientos representan una parte de los procesos exógenos que intervienen en el modelado de la superficie terrestre. Participan en la elaboración de laderas de valles y otras formas de relieve y en ocasiones, suelen presentar tal actividad, que los rasgos resultantes dominan el paisaje y adquieren el carácter de procesos formativos (Crozier, 2010).

En la provincia de Buenos Aires, la situación actual del conocimiento de los procesos asociados a movimientos en masa, muestra una marcada desigualdad frente a otras especialidades geológicas y geomorfológicas en particular. La carencia de mayor información, contrasta con otras partes del territorio nacional, estas últimas en general, ubicadas en regiones de mayores potenciales morfogenéticos. La falta de estudios a nivel regional que permitan conocer adecuadamente su desarrollo y mecanismos de formación, es, en gran medida, la causa de esta problemática.

En esta contribución se destacan las características de deslizamientos, los ámbitos de producción de los mismos y aspectos vinculados con daños, amenaza y riesgo en sectores de los partidos de Tandil y Benito Juárez (Fig. 1).

La utilización de una parte del espacio físico en sectores serranos de Tandilia y del área de estudio en particular, ha ido en constante aumento como consecuencia de distintos tipos de gestiones sociales. Estas involucran actividades industriales, agropecuarias, deportivas, turísticas, culturales y urbanísticas. Sin embargo, parte de estas actividades se desarrollan en componentes morfológicos con claras manifestaciones de haber sido afectados por movimientos en masa. Esta situación, sumada a las evidencias de reactivaciones de deslizamientos en distintos sectores del área, indica la amenaza y el riesgo potencial de dichos procesos en la zona considerada. Las evidencias de deslizamientos en otros ámbitos de Tandilia, como en sierras desarrolladas en sectores de los partidos de Balcarce y Lobería, amplían el espectro de movimientos en masa fuera del área aquí específicamente considerada. El conocimiento básico de los procesos de movimientos en masa es el primer paso en el establecimiento de pautas vinculadas al uso racional de las tierras y la constante información que se vaya obteniendo, permitirá generar mecanismos más eficientes de planificación.

## CONTEXTO GEOLÓGICO Y GEOMORFOLÓGICO

La geología del área se integra por: Basamento cristalino precámbrico, Cubierta sedimentaria precámbrica – paleozoica inferior y Cubierta cenozoica (CC).

Las secuencias rocosas del basamento cristalino en el ámbito de Tandilia, fueron agrupadas como Complejo Buenos Aires (Marchese y Di Paola, 1975) y corresponden a una típica asociación de rocas ígneo-metamórficas de edad proterozoico (Dalla Salda *et al.*, 2005).

En el sector central de Tandilia, donde se ubica la zona de estudio, Poiré y Spalletti (2005) reconocen al Grupo Sierras Bayas (Dalla Salda e Iñiguez, 1979), integrado por secuencias silicoclásticas y carbonáticas, al que asignan una edad Neoproterozoico. Por sobre esta secuencia se desarrolla la Formación Cerro Negro (Iñiguez y Zalba, 1974), de naturaleza silicoclástica y probable edad Ediacareano - Cámbrico (Poiré y Spalletti, 2005) y la Formación Balcarce (Dalla Salda e Iñiguez, 1979) de composición silicoclástica y cuya edad fuera ubicada tentativamente en el lapso Cámbrico – Ordovícico (Poiré y Spalletti, 2005). La estratigrafía correspondiente a la CC en el área fue establecida por Rabassa (1973). Se integra por unidades continentales representadas por limolitas arcillosas (ocasionalmente con niveles de tipo fanglomerado) de la Formación Barker (Plioceno? - Pleistoceno inferior), limolitas con arenas en su base y un manto de tosca en su parte superior de la Formación Vela (Pleistoceno medio), limos arenosos eólicos de la Formación Las Ánimas (Pleistoceno superior y Reciente), depósitos fluviales (sabulíticos a limo arcillosos) de la Formación Tandileofú (Pleistoceno superior y Reciente) y limos - arenas del Aluvio (Reciente). A estas unidades agregamos los detritos de ladera (o de falda), desarrollados significativamente en las laderas de los cerros del área de estudio principalmente en aquellas asociadas a las sedimentitas de la Cubierta sedimentaria precámbrica – paleozoica inferior.

El área se caracteriza por una zona de mayor relieve, modelada en el basamento cristalino y sedimentitas de la Cubierta sedimentaria precámbrica – paleozoica inferior y laderas asociadas y otra, de suave relieve, generada a partir de secuencias sedimentarias de la CC.

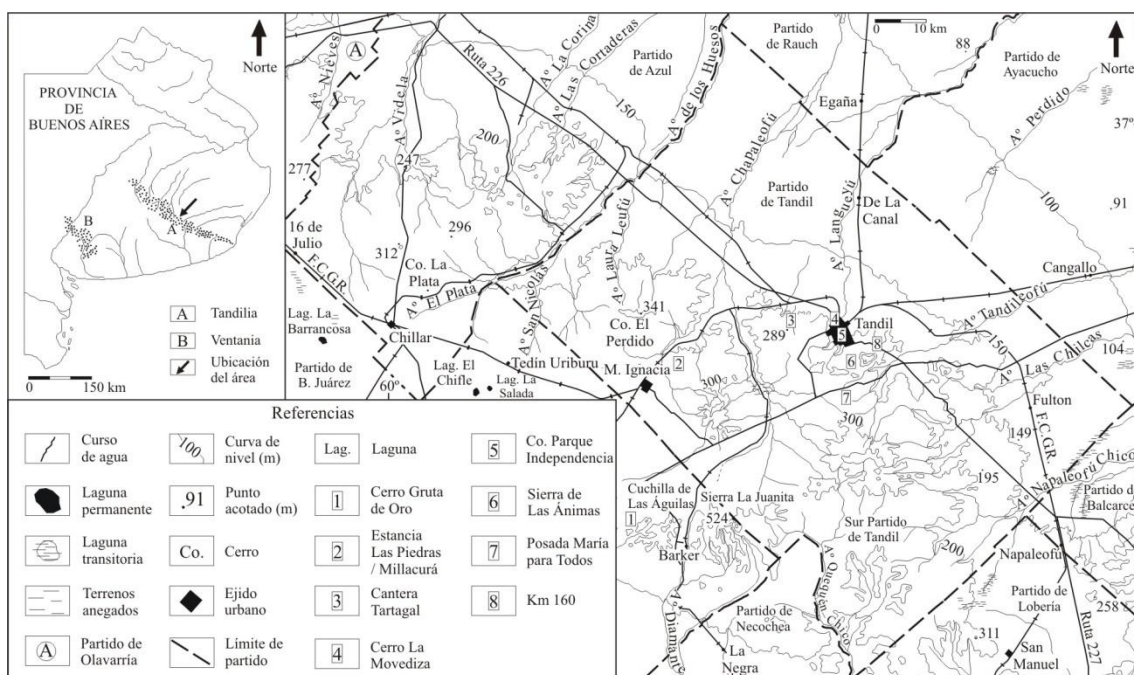


Figura 1: Ubicación del área.



La primera de las zonas mencionadas integra cerros y lomadas ubicados preferentemente hacia el sur de la Ruta 226 (Fig. 1), mientras que algunas manifestaciones se diferencian hacia el norte de la misma. En esta zona, caracterizada por los mayores valores de pendiente, se ubican los principales cuerpos serranos. La mayor altura se ubica en Sierra La Juanita, en el límite de los partidos de Tandil y Benito Juárez con una cota de 524 metros s.n.m., altura que representa además la mayor del sistema de Tandilia. En este ámbito, los cerros en el basamento cristalino adquieren distinta morfología, reconociéndose en sectores *inselbergs* dómicos (*bornhardt*) y otras veces *inselbergs* de bloques (*tors*). Asociados a los cerros en el basamento cristalino se diferencian frentes escarpados (FE), algunos bien desarrollados como el ubicado en el sector sur de la Sierra de Las Ánimas. Los cerros modelados en las sedimentitas del Grupo Sierras Bayas (SGSB) se ubican en el área de Barker (sector este del partido de Benito Juárez) y partido de Tandil (extremo sur y parte del área de Sierra La Juanita) (Fig. 1). Una parte importante de los cerros en estas sedimentitas, presentan uno, en general dos y en ocasiones más FE, desarrollándose por kilómetros a lo largo del conjunto de cerros; en sectores, con alturas cercanas a los 12 metros. A partir del pie de estos FE se presentan acumulaciones de materiales integrando taludes. El de mayor importancia corresponde al talud inferior (TI) y se desarrolla al pie del FE ubicado topográficamente más bajo, referido como frente escarpado topográficamente inferior (FETI). Estos taludes están integrados por detritos de ladera, constituidos principalmente por materiales producto de la denudación de las SGSB y en sectores de basamento cristalino, con aportes de materiales eólicos (mayoritariamente en el TI) de la Formación Las Ánimas (Rabassa, 1973). El TI es el que presenta las geoformas de mayor significación producto de deslizamientos.

A partir de la zona de mayor relieve se accede a la restante de relieve suave, que se desarrolla a partir del pie de las laderas que bordean a la primera. En este ámbito, cuya altura va disminuyendo paulatinamente a partir del sector serrano se diferencian lomadas de exigua expresión topográfica, integradas por depósitos del Cenozoico superior y depresiones asociadas.

En los partidos considerados, se establecen dos sistemas de drenaje mayores, a partir de la divisoria de aguas topográfica principal. Uno de ellos hacia el sur, transporta los excedentes hídricos hacia el Océano Atlántico a través de las cuencas de los arroyos Diamante, Quequén Chico y otros cursos innominados que tributan las aguas a la del Río Quequén Grande. El restante, las conduce hacia el noreste, también al Océano Atlántico, a través de las cuencas de los arroyos de Los Huesos, Chapaleofú, Languyú, Tandileofú, Las Chilcas y Napaleofú Chico (Fig. 1).

## DESLIZAMIENTOS

Los deslizamientos en el partido de Tandil fueron reconocidos en el extremo sur del mismo, área de Sierra La Juanita y adyacencias, ciudad de Tandil y alrededores y otros ámbitos del partido. En el este del partido de Benito Juárez se identificaron en el sector de Cuchilla de Las Águilas, Cerro Gruta de Oro y adyacencias y área de Sierra La Juanita y alrededores (Fig. 1). Considerando el contexto geomorfológico, los deslizamientos tuvieron lugar en sectores de mayor relieve representados por cerros modelados en el basamento cristalino y SGSB y laderas de detritos (LD) asociadas a ambos, como en la CC correspondiente a la zona de suave relieve que se desarrolla a partir del pie de dichas laderas. En estos sectores los movimientos en masa afectaron geoformas de distinta jerarquía.

Los materiales movilizados corresponden a roca y regolito integrantes de unidades litoestratigráficas que abarcan el intervalo Proterozoico – Holoceno en conjunto. A estos se les suman, además, componentes producto de actividades humanas.

### **Deslizamientos en cerros modelados en basamento cristalino**

Los movimientos en masa en estos cerros, tuvieron lugar en LD, FE, frentes antiguos de meteorización y geoformas de dimensiones menores.

Los deslizamientos en las LD se diferenciaron en el área de la ciudad de Tandil, específicamente, en la ladera sur de la Sierra de Las Ánimas, a unos 4 km al este del centro de la ciudad (Fig. 1). Allí, a lo largo de alrededor de 1,7 km se registran distintos rasgos de movimientos en masa, los que agrupan principalmente lomadas, depresiones y zonas de arranque de materiales (Fig. 2).

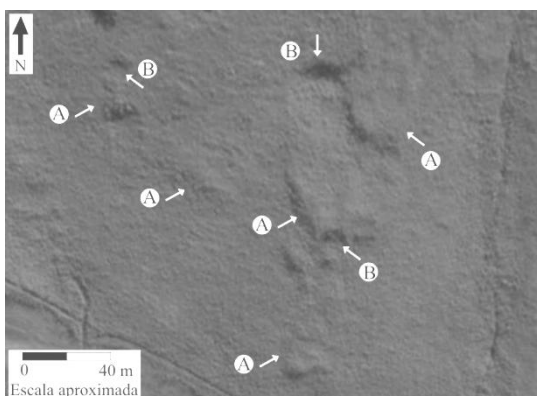


Figura 2. Ciudad de Tandil. Un tramo de la ladera sur de la Sierra de Las Ánimas. (A): Lomadas por acumulación de materiales movilizados por deslizamientos. (B): Zonas de arranque de materiales.

A partir de FE los movimientos en masa fueron reconocidos al sur de la sierra previamente referida, donde se conservan grandes bloques que han sido movilizados a partir de un FE por caídas y algunos por vuelcos. Deslizamientos planares (EPOCH, 1993) afectando estructuras en lajas de cuerpos domáticos se diferencian en el área de Cantera Tartagal y cerros aledaños y vuelcos en sectores del C° Parque Independencia de aquella ciudad (Fig. 1).

Una paleosuperficie Paleógena (Demoulin, *et al.* 2005) conserva frentes de meteorización expuestos, los que representan rasgos comunes en el partido de Tandil. En estos frentes yacen bloques y bochones colgados correspondientes a rocas nucleares liberadas de un

manto de meteorización asociado a dicha paleosuperficie. Uno de los bloques colgados más famosos fue la Piedra Movediza, la que fue desplazada de su posición original por un deslizamiento ocurrido en la segunda década del siglo XX y cuyos fragmentos yacen a escasos metros por debajo de su posición original (Fig. 3).

Los deslizamientos vinculados a formas de dimensiones menores afectaron bloques y bochones expuestos en superficie. Los movimientos se produjeron a lo largo de sectores en las rocas debilitados por meteorización y fueron reconocidos en distintas zonas del partido de Tandil (Cerro La Movediza, área de Cantera Tartagal y cerros aledaños, Estancia Las Piedras Millacurá, ladera sur de la Sierra de Las Ánimas, Posada María para Todos y extremo sur del partido), (Fig. 1). Corresponden a vuelcos, caídas y deslizamientos planares (EPOCH, 1993), caracterizándose por volúmenes escasos (menores a 2m<sup>3</sup> en general) de materiales desplazados y corta distancia (menor a 3 m) recorrida.

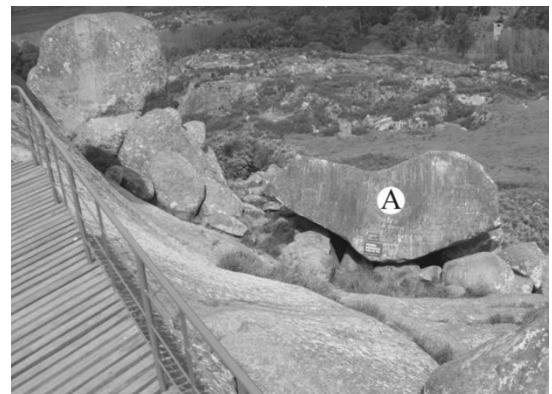


Figura 3: Ciudad de Tandil, Cerro La Movediza. (A): Fragmento mayor de la Piedra Movediza, de unos 6,5 m de largo. El deslizamiento se produjo desde la izquierda de la imagen el 29/02/1912.

### **Deslizamientos en cerros modelados en SGSB**

Los movimientos en masa asociados a estos cerros se diferenciaron en tres zonas. Una de ellas se ubica en el partido de Benito Juárez y comprende el sector de Cuchilla de Las Águilas, Cerro Gruta de Oro y aledaños (Gentile, 2008a). Otra, incluye el sector de Sierra La Juanita y cerros adyacentes, en los partidos de Benito Juárez y Tandil (Gentile, 2009). La restante se desarrolla en el extremo sur del partido de Tandil (Gentile y Villalba, 2003a; Gentile y Villalba, 2003b; Gentile, 2006), (Fig. 1).

Los deslizamientos afectan dos componentes morfológicos: FE y LD. Estas últimas cuando se desarrollan a partir de FE integran taludes y la casi totalidad de los deslizamientos más importantes se reconoció en el TI. Los materiales movilizados a partir de los FE y LD están integrados por roca y regolito, respectivamente.

Los deslizamientos a partir de FE están representados por bloques de SGSB que yacen al pie de los mismos y en sus cercanías, pudiendo alcanzar en el TI unos 4 m de eje mayor. Los movimientos agrupan caídas, vuelcos y deslizamientos complejos (Varnes, 1978). Estos movimientos están favorecidos por características morfológicas (en general pendientes verticales y aún extraplomadas) y estructurales (superficies de estratificación y fracturas de fuerte inclinación a subverticales, ampliadas por meteorización) de las SGSB en los tramos de FE.

Los deslizamientos en las LD se han generado en distintos momentos de la evolución del paisaje serrano, reconociéndose deslizamientos “antiguos” (representados en fotografías aéreas de la década del ochenta) y “recientes” (posteriores a dichas fotografías).

Los “antiguos” agrupan deslizamientos manifestados en fotografías aéreas de la década del sesenta (Fig. 4) y generados en el intervalo 12/12/66-18/08/81 (Fig. 5). Los “recientes” se produjeron: a fines de agosto-comienzos de septiembre del año 2001 (Fig. 6), en fechas cercanas y posteriores (reconocidos el 31/10/03) a la primera (Gentile, 2011). Los deslizamientos en estas LD pueden ocupar tramos muy extensos, tanto en sentido transversal como paralelo a la inclinación de las mismas. Se presentan en general, agrupados y con evidencias además, de reactivaciones en distintas laderas del área. Se reconocieron entre otros, deslizamientos rotacionales, translacionales, complejos y retrogresivos, los que modificaron sustancialmente la morfología de las laderas. Los materiales movilizados por los deslizamientos, no alcanzan los canales ubicados lejos de las LD y labrados en la CC de la zona de menor relieve. Dichos materiales permanecen como coluvio en las LD citadas. Los mecanismos disparadores de los deslizamientos generados en el intervalo 12/12/66-18/08/81 y “recientes” estarían vinculados con lluvias. La acción del agua podría haber impulsado también, deslizamientos previos a la década del sesenta (Gentile, 2011).

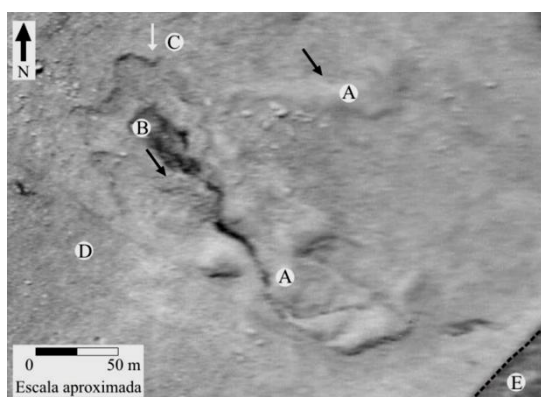


Figura 4. Sur del partido de Tandil. Deslizamientos “antiguos”. (A): Lomadas por acumulación de materiales. (B): Zona de hundimiento. (C): Escarpa en cabeceras. D: TI. (E): Zona de menor relieve. Las flechas de color negro señalan la dirección del desplazamiento.

Los deslizamientos en las LD se han generado en distintos momentos de la evolución del paisaje serrano, reconociéndose deslizamientos “antiguos” (representados en fotografías aéreas de la década del ochenta) y “recientes” (posteriores a dichas fotografías).

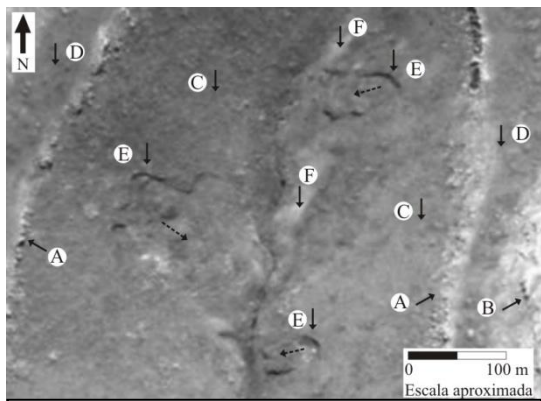


Figura 5: Partido de Benito Juárez (Área de Sierra La Juanita). (A): FETI. (B): FE sobre el FETI. (C): TI. (D): Talud sobre el FETI. (E): Deslizamientos “antiguos” producidos en el intervalo 12/12/66-18/08/81. (F): Lomadas producto de la acumulación de deslizamientos previos. Las flechas de trazos indican la dirección general de los movimientos.

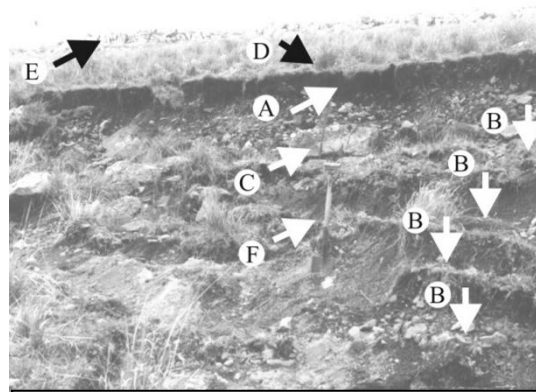


Figura 6. Sur del partido de Tandil. Deslizamientos “recientes” (fines de agosto comienzos de septiembre de 2001). (A): Parte de una escarpa principal. (B): Bloques deslizados. (C): Bloque de SGSB. (D): Terreno no afectado. (E): FETI. (F): Pala para estimar la escala.

### **Deslizamientos en la CC de la zona de suave relieve**

En este extenso ámbito que se extiende a partir del pie de las LD de los cerros, los deslizamientos afectan geformas y tipos litológicos representados por escarpas erosivas de canales y cárcavas y regolito, respectivamente. Este último se integra por depósitos eólicos de la Formación Las Ánimas (Rabassa, 1973), aluviales y ocasionalmente materiales producto de actividades humanas.

Los movimientos en masa reconocidos corresponden a deslizamientos rotacionales, caídas y en ocasiones vuelcos. Son de escasas dimensiones (3 – 5 m de longitud) y las causas estarían vinculadas a socavamiento basal de las escarpas erosivas y acción del agua de lluvias.

### **Deslizamientos asociados con actividades humanas**

Los deslizamientos de este tipo se relacionan con obras asociadas a trazas de caminos y actividades mineras antiguas (Gentile, 2008b).

Los vinculados a trazas de caminos se produjeron a partir de FE producto de actividad antrópica en secuencias rocosas del basamento cristalino y la CC. Dichos frentes son el resultado de desmontes realizados en lomadas ubicadas en las trazas de caminos. Los deslizamientos a partir de FE en el basamento afectaron principalmente rocas y en ocasiones regolito superficial integrado por fragmentos rocosos derivados de la alteración del basamento asociados a materiales eólicos (Fig. 7). Corresponden a caídas, vuelcos y en ocasiones deslizamientos complejos (Varnes, 1978), estos últimos, producto de un deslizamiento inicial a través de un plano definido y una caída posterior. El desarrollo intenso de fracturas con distinta inclinación y dirección (en ocasiones dirigidas hacia la traza del camino) y la meteorización en estas secuencias favorece el desplazamiento de los materiales. Además del representado en la Fig. 7, en el mismo tramo de la Ruta 226 (Km 160) se reconocieron evidencias en distintas fechas de al menos otros dos deslizamientos en ambos márgenes del camino. Los volúmenes de materiales afectados son escasos (en general de alrededor de 0,1 – 0,2 m<sup>3</sup> para bloques individuales, a unos 8 m<sup>3</sup> para el conjunto de materiales) y es reducida

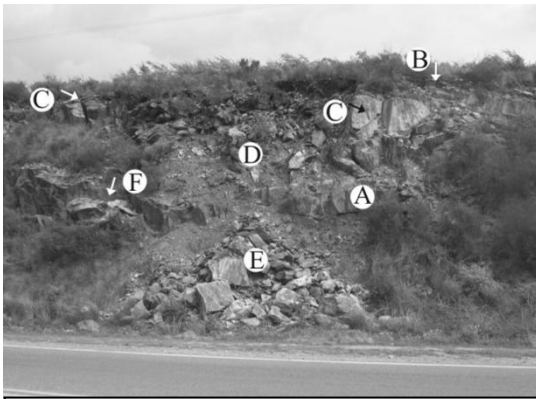


Figura 7. Partido de Tandil. FE (unos 6 m de alto) producto de actividad antrópica. (A): Basamento cristalino. (B): Detritos de ladera. (C): Fracturas. (D): Zona de arranque. (E): Acumulación. (F): Vuelco. Nótese la proximidad de la acumulación de materiales con la traza del camino

(unos 4 m) la distancia recorrida por los mismos. Los deslizamientos diferenciados en materiales de la CC afectaron regolito integrado por sedimentos eólicos y en ocasiones sedimentitas. Se reconocieron vuelcos, caídas y deslizamientos complejos (desmoronamiento asociado a flujo en la parte terminal). El carácter friable de los materiales y la acción del agua impulsarían los movimientos. Se caracterizan por escasos volúmenes ( $3-4\text{m}^3$ ) y exiguo desplazamiento (4m) de los materiales.

En la ciudad de Tandil durante partes de la segunda mitad del siglo XIX y primera del siglo XX, se explotaron materiales fluviales del subsuelo cercano. Dicha extracción generó galerías subterráneas, conocidas localmente, como “minas de arena”. Distintos sectores de la ciudad ubicados sobre estas galerías han sido afectados por deslizamientos correspondientes a

subsidiencias (Summerfield, 1991), específicamente colapsos por cavidades (Fig. 8) y asentamientos (Gentile y Villalba, 2008).

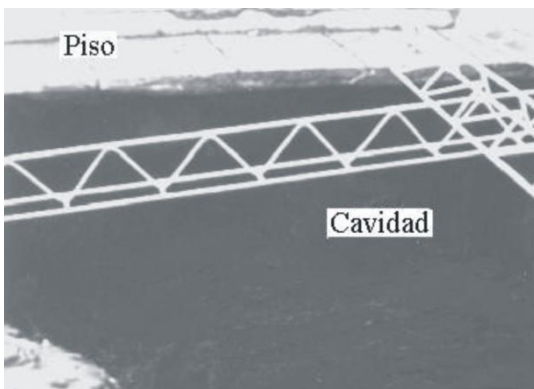


Figura 8. Ciudad de Tandil. Colapso por cavidad debido a la presencia de galerías subterráneas antiguas. La cavidad tiene unos 4 m de diámetro y 3 - 4 m de profundidad visibles. El deslizamiento tuvo lugar en una escuela de aquella localidad.

#### DAÑOS POR DESLIZAMIENTOS

Los daños producidos por deslizamientos son variados, dependiendo de los sectores de producción de los movimientos.

No han sido mencionados daños por deslizamientos en LD y FE asociados a cerros del basamento cristalino. A partir de frentes de meteorización antiguos, la caída de la Piedra Movediza representó un daño mayor al patrimonio geomorfológico y turístico de la ciudad de Tandil. De la misma manera, los pequeños movimientos en masa que afectaron bochones y bloques del basamento cristalino, generaron perjuicios menores de índole patrimonial y turística en sectores del área.

En LD de cerros modelados en las SGSB no se han mencionado daños mayores, exceptuando roturas de alambrados en un sector del área de Sierra La Juanita. Una situación de carencia de daños se asocia a los FE que se ubican en estos cerros, como a los deslizamientos producidos en escarpas erosivas de canales y cárcavas.

Los deslizamientos en caminos solamente afectaron FE realizados por el hombre (Fig. 7) Por el contrario, aquellos vinculados con explotaciones mineras antiguas que generaron galerías subterráneas, son los que mayores perjuicios han provocado (Fig. 8). Se produjeron subsidiencias (algunas durante la construcción de obras) en viviendas, calles, predios y una pista de aterrizaje local de dimensiones reducidas. También causaron fracturas en paredes, cielorrasos, dinteles, piscinas, inclinación y compresión de marcos de ventanas y puertas y problemas de cierre como

también inclinación de paredes y despegue de pisos. Además de producir perjuicios económicos y en ocasiones dificultades en el normal desenvolvimiento de actividades, en oportunidades se demolieron partes o la totalidad de viviendas. Asimismo, como resultado de haber cedido un piso durante la construcción de una escuela tres operarios debieron ser rescatados por bomberos (Gentile y Villalba, 2008).

## AMENAZA Y RIESGO DE DESLIZAMIENTOS

La amenaza de deslizamientos en la zona se asocia a diferentes componentes geomorfológicos y geológicos. Los primeros integran rasgos de distinta jerarquía modelados en los cerros del basamento cristalino y SGSB, formas menores en la CC que caracteriza la zona de suave relieve, como asimismo diversos constituyentes productos de actividades humanas. Para los cerros modelados en el basamento cristalino, la amenaza de deslizamientos en tramos del FE y LD, en el sector sur de la Sierra de Las Ánimas, podría derivar en riesgo como consecuencia de la ocupación futura del área. Un riesgo potencial se manifiesta por la presencia de bloques y bochones colgados en antiguos frentes de meteorización de paseos turísticos como el Cerro La Movediza y ciertos sectores del extremo sur del partido de Tandil.

Las evidencias de deslizamientos en las LD de las SGSB representados en fotografías aéreas de la década del sesenta, sumados a los producidos en el intervalo 12/12/66 – 18/08/81, como a aquellos generados a fines de agosto - comienzos de septiembre del año 2001, en fechas cercanas a esta última y posteriores (reconocidos el 31/10/03), son indicadoras de la amenaza en esos sectores del área. A pesar de no haberse registrado prácticamente daños, el riesgo potencial en estas laderas es significativo. La amenaza a partir de FE modelados en estas sedimentitas podría derivar en riesgo, principalmente en aquellos frentes en los cuales se practican escaladas como el correspondiente a Cuchilla de Las Águilas.

La amenaza de deslizamientos a partir de FE producto de actividad antrópica, como los desarrollados en secuencias del basamento cristalino en algunos tramos de la Ruta 226, a pesar de los volúmenes reducidos de materiales desplazados, podría derivar en riesgos mayores debido a las cercanías de los FE con la traza del camino. El reconocimiento de deslizamientos producidos en distintas fechas en el Km 160 de la ruta referida es una evidente señal del riesgo potencial de los movimientos en masa.

Los daños producidos a partir de las “minas de arena”, indican el riesgo en esos sectores de la ciudad de Tandil. La generación de los movimientos en masa ha tenido lugar en distintos momentos, señalando la operabilidad de los mismos a través del tiempo. Esta situación, sumada a la expansión futura de la ciudad hacia sectores con galerías subterráneas antiguas, indica que el riesgo se mantendría.

## CONCLUSIONES

La identificación de deslizamientos en distintos sectores de los partidos de Tandil y Benito Juárez en el sector central de Tandilia, es indicador de la amenaza y riesgo de estos procesos. No obstante, los daños producidos fueron diferentes dependiendo de los sitios de producción de los movimientos. Los deslizamientos afectaron componentes integrantes del paisaje natural, patrimonio geomorfológico y producto de actividades humanas. Los perjuicios mayores se asocian con

actividades humanas, principalmente en áreas con galerías subterráneas antiguas. Por el contrario, daños mínimos se produjeron en los cerros modelados en las SGB, específicamente, en las LD que son, además, las que presentan el mayor desarrollo de deslizamientos. El conjunto de componentes morfológicos naturales y antrópicos, con evidencias de inestabilidades antecedentes, debería ser considerado por los organismos encargados de planificación, al momento de establecer pautas de ordenamiento respecto a la ocupación futura de las tierras.

## REFERENCIAS

- Crozier, M. J. Landslide geomorphology: An argument for recognition, with examples from New Zealand. *Geomorphology*, 120, (1-2), 3-15, 2010.
- Dalla Salda, L. H. e Iñiguez Rodríguez, M. "La Tinta", *Precámbrico y Paleozoico de Buenos Aires*. 7º Congreso Geológico Argentino, Actas 1: 539-550, Neuquén. 1979.
- Dalla Salda, L., De Barrio, R. E., Etcheveste, H. J. y Fernández, R. R. *El Basamento de las Sierras de Tandilia*. En: De Barrio, R. E., Etcheverry, R. O., Caballé, M. F. y Llambías, E. (eds.). *Geología y Recursos Minerales de la Provincia de Buenos Aires*. Relatorio 16º Congreso Geológico Argentino, 3: 31-50, La Plata, 2005.
- Demoulin, A., M. Zárate y J. Rabassa. Long-term landscape development: a perspective from the southern Buenos Aires ranges of east central Argentina. *Journal of South American Earth Sciences*, 19, 193-204, 2005.
- EPOCH (European Community Programme). 1993. *Temporal Occurrence and Forecasting of Landslides in the European Community*. En: Flageollet, J. C. (Ed.), 3 vols.
- Gentile, R. O. *Movimientos en masa en laderas del sur del Partido de Tandil (Provincia de Buenos Aires)*. 3º Congreso Argentino de Cuaternario y Geomorfología. 1: 405 - 415. Córdoba. 2006.
- Gentile, R. O. *Movimientos en masa en Cuchilla de las Águilas, Cerro Gruta de Oro y alrededores (Partido de Benito Juárez, Provincia de Bs. As.)*. 17º Congreso Geológico Argentino, 3: 1216-1217. San Salvador de Jujuy. 2008a.
- Gentile, R. O. *Movimientos en masa en sectores del Partido de Tandil (Provincia de Buenos Aires)*. 17º Congreso Geológico Argentino 3: 1214-1215. San Salvador de Jujuy. 2008b.
- Gentile, R. O. Deslizamientos en el área de Sierra La Juanita (Partidos de Tandil y Benito Juárez, Provincia de Buenos Aires). 9º Simposio de Geología Aplicada a la Ingeniería y al Ambiente. 2 pp., Mar del Plata. 2009.
- Gentile, R. O. *Movimientos en masa en sectores de cabeceras de las cuencas del Río Quequén Grande y arroyos Chapaleofú y Napaleofú (vertientes sur y norte de Tandilia)*. Provincia de Buenos Aires. Tesis Doctoral, Universidad Nacional de La Plata (inédita), 263 p. La Plata. 2011.
- Gentile, R. O y H. A. Villalba. Deslizamientos y rasgos asociados producidos en el año 2001 en un sector de las Sierras Septentrionales (Provincia de Buenos Aires). *Revista de Geología Aplicada a la Ingeniería y al Ambiente*, 19, 31- 44, 2003a.
- Gentile, R. O. y H. A. Villalba. *Deslizamientos recientes en el extremo sur del Partido de Tandil (Provincia de Buenos Aires)*. Congreso Nacional de Cuaternario y Geomorfología, 2: 275-282, San Miguel de Tucumán, 2003b.
- Gentile, R. O. y H. A. Villalba. Antiguas "minas de arena" y daños en obras (Tandil, Provincia de Buenos Aires). *Revista de Geología Aplicada a la Ingeniería y al Ambiente*, 22, 13-30, 2008.
- Iñiguez, A. M. y P. E. Zalba, Nuevo nivel de arcilitas en la zona de Cerro Negro, Partido de Olavarría, Provincia de Buenos Aires. *Anales LEMIT*, 2:95-100. 1974.
- Marchese, H. G. y E. Di Paola. Reinterpretación estratigráfica de la Perforación de Punta Mogotes I, provincia de Buenos Aires. *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, 30 (1), 44-52, 1975.
- Poiré, G. y L. Spalletti. *La Cubierta Sedimentaria Precámbrica - Paleozoica Inferior del Sistema de*

*Tandilia*. En: Geología y Recursos Minerales de la Provincia de Buenos Aires. R. de Barrio, R. Etcheverry, M. F. Caballé y E. Llambías (eds.): Relatorio 6º Congreso Geológico Argentino, 4: 51-68, La Plata, 2005.

- Rabassa, J., Geología superficial en la Hoja "Sierras de Tandil". *Anales LEMIT*, 2: 117-160. 1973.
- Summerfield, M. A. *Global Geomorphology*, Longman, London, 1991.
- Varnes, D. J. *Slope movements, types and processes*. En: Schuster, R. L. y Krizek, R. J. (eds.). Landslides: Análisis and Control: Transportation Research Board, Special Report 176: 11-33. National Academy of Science, Washington D.C. 1978.

### 3.3- DESARROLLO SUSTENTABLE Y MITIGACIÓN DE LOS EFECTOS DEL RIESGO SÍSMICO EN EL VALLE DE ZONDA, SAN JUAN, ARGENTINA.

**Esp. DG. Natalia Morales Suvires; Mgter. Arq. Nora Nacif**

Gabinete de Investigaciones Urbanas (GIUR) Instituto Regional de Planeamiento y Hábitat (IRPHa)

Facultad de Arquitectura Urbanismo y Diseño Universidad Nacional de San Juan.

Avenida José Ignacio de la Roza y Meglioli – 5400 Rivadavia - Provincia de San Juan.

E mail: ailatan1682@hotmail.com ; noranacif@yahoo.com.ar

#### Resumen

El presente trabajo se enmarca en el proyecto denominado "Geomorfología técnica para la evaluación de la sostenibilidad ambiental del valle de Zonda", elaborado dentro de los proyectos PIP- CONICET<sup>1</sup>.

Este es un trabajo interdisciplinar que tiene como objetivo principal establecer el impacto potencial sobre el medio antrópico de los riesgos del ambiente natural, principalmente del riesgo sísmico, para ser aplicado en la Gestión ambiental. Para ello es fundamental contar con herramientas preventivas derivadas, por ejemplo, de la disciplina del diseño aplicado a la comunicación visual.

Metodológicamente se estructura en dos etapas iniciales de Prediagnóstico y Diagnóstico del sistema natural y construido, para concluir con un Modelo Integrado que brindará lineamientos estratégicos ó propositivos. La formulación de estos lineamientos supone el aprovechamiento de las tendencias identificadas como positivas para el desarrollo sustentable ó la determinación de intervenciones dirigidas a revertirlas.

En esta oportunidad se expone una caracterización global del modelo territorial actual del Dpto., derivada de las etapas metodológicas iniciales del citado proyecto. Además de algunos avances dirigidos a la conformación de pautas de comunicación para prevención y mitigación de los efectos del riesgo sísmico, mediante la aplicación de elementos de diseño gráfico en el espacio urbano.

#### Algunos conceptos de referencia

Por riesgo en general entendemos la existencia de una condición objetiva latente que: presagia o anuncia probables daños y pérdidas futuras; anuncia la posibilidad de la ocurrencia de un evento considerado de alguna forma negativa; y/o la presencia de un contexto que puede acarrear una

<sup>1</sup> PIP- CONICET 045 (Proyecto de Investigación Plurianual 2011– 2013): "Geomorfología técnica para la evaluación de la sostenibilidad ambiental del valle de Zonda". Dirección: Dra. Graciela Suvires. Universidad Nacional de San Juan/ Facultad de Cs. Exactas Físicas y Naturales/ Instituto de Geología Dr. Emiliano Aparicio".



reducción en las opciones de desarrollo pleno de algún elemento o componente de la estructura social y económica. Como tal, la noción de riesgo puede aplicarse en contextos y campos de análisis variados y tener significados disímiles. Siempre implica una condición latente asociada con algún grado de incertidumbre dentro de las probabilidades que representa (Cardona, 2003).

Mientras que la vulnerabilidad es el factor de riesgo interno de un elemento o grupo de elementos expuestos a una amenaza. Corresponde a la predisposición o susceptibilidad física, económica, política o social que tiene una comunidad de ser afectada o de sufrir efectos adversos en caso de que se manifieste un fenómeno peligroso de origen natural, socio natural o antrópico. Representa también las condiciones que imposibilitan o dificultan la recuperación autónoma posterior. Las diferencias de vulnerabilidad del contexto social y material expuesto ante un fenómeno peligroso determinan el carácter selectivo de la severidad de sus efectos (Cardona, 2003).

### **Caracterización del área de estudio**

En el proyecto marco citado, se ha caracterizado al área de estudio por una parte, en función del ambiente natural, considerándolo como un sistema dinámico y abierto donde interactúan numerosas variables relativas al propio medio. Y por otra, de su correspondiente sistema antrópico ó construido, definido como aquél de *“origen humano o de las actividades del hombre (producción, distribución, transporte, consumo de bienes y servicios, construcción y uso de infraestructura y edificios, incluidas las tecnologías)”*. (Cardona, 2003)

En cuanto al sistema natural, la provincia de San Juan tiene un 80% de relieve montañoso interrumpido por depresiones tectónicas, longitudinales, intermontanas, rellenas con depósitos sedimentarios aluviales y coluviales del Cuaternario. Una de éstas corresponde al oasis de Zonda, ubicado a tan solo 20 km de la ciudad capital de la provincia, extendiéndose entre los 31°32' 56" S y los 68° 43' 48" O. Esta depresión es una cuenca que recibe dos aportes hídricos, uno permanente y principal proveniente del oeste a través del río San Juan y otro en forma temporaria desde el sur por medio del arroyo seco de la Ciénaga.

Los riesgos del ambiente natural en el departamento Zonda están asociados principalmente al riesgo sísmico, al igual que en el resto del territorio provincial, ubicado en la zona de mayor peligrosidad sísmica del país como lo demuestran los terremotos que han acontecido en esta provincia a lo largo de su historia.

Respecto al sistema construido, en los últimos años se manifiesta un significativo crecimiento del Departamento, que se evidencia a través de procesos de densificación y extensión de áreas urbanizadas. El área urbana actual de Zonda tiene una superficie de 1783 Has., verificándose una tendencia creciente de urbanización sobre terrenos agrícolas. Estas urbanizaciones en general están destinadas a actividades turísticas y dispersas en el área de producción agrícola tradicional, hacia el Sur del departamento. También se advierte una tendencia a la ocupación del piedemonte precordillerano con las mismas actividades, sin considerar que el crecimiento sustentable se consolida sobre la base de un acabado conocimiento del territorio y de los recursos que se asientan en él, planificando estrategias de desarrollo orientadas a favorecer a toda la comunidad sin comprometer las posibilidades de desarrollo en el futuro.

Tanto la Vulnerabilidad Natural como la Vulnerabilidad Antrópica del sistema físico-ambiental entendida como la probabilidad de pérdidas y daños asociados a la compleja interacción entre riesgo y vulnerabilidad comunitaria e individual, tienden a ser altas. Esto se debe, entre otras causas, a aquellas vinculadas al escaso nivel de difusión, información y entrenamiento de la población.

**Avance y reflexión final**

Los avances se proponen en forma de pautas particularizadas según el espacio donde deberán ser aplicadas. Se definen dos tipos de ellos, espacios cerrados y abiertos, que tienen que ver con las características físico espaciales y con el nivel de accesibilidad de la población a los mismos. Las pautas fueron clasificadas según su función comunicacional en: gráficas de identificación, direccional e informacional.

De esta manera se han definido lineamientos de prevención sísmica, pero que a su vez responden a: Pautas de identidad cultural del Dpto., necesidades puntuales de la población, recursos de la zona y la posible aceptación de la comunidad. Identificando una variedad de aspectos relevantes de diseño que tienen que ver con el impacto visual de la gráfica urbana, la legibilidad y lecturabilidad; el proceso necesario en la construcción de piezas de diseño; los materiales y los costos.

El enfoque del Diseño Gráfico como gestor de comunicación social, amplía el campo de acción del proyecto y brinda herramientas fundamentales para lograr un desarrollo sustentable. En tanto la consideración del sismo debe estar presente en las múltiples y variadas interrelaciones entre los elementos del sistema urbano, a fin de que aquellos que estén expuestos a este tipo de amenaza, puedan ser objeto de previsiones adecuadas. Por ello el trabajo apunta a hacer aportes a la Gestión Ambiental desde este enfoque del diseño, para lograr un desarrollo urbano que sea armónico y que brinde el mayor grado posible de seguridad a su población a partir de un reconocimiento social del riesgo sísmico, generando la motivación necesaria para que los grupos receptores de la información inicien sus propios procesos de organización, capacitación y prevención.

**Referencias**

- Cardona Omar, 2003. "La necesidad de repensar de manera holística los conceptos de vulnerabilidad y riesgo. Una crítica y revisión necesaria para la gestión". (copia en [www.desenredando.org](http://www.desenredando.org))
- González Ruiz, 1998. "Estudio de Diseño. Sobre la construcción de las ideas y su aplicación a la realidad". Emecé Editores. 447 p. ISBN, 84-8063-214-3

**3.4- EVALUACIÓN DE LOS PASIVOS AMBIENTALES MINEROS DE LA MINA INCAHUASI – CATAMARCA, ARGENTINA.**

**Adriana A. Musuruana<sup>1</sup> & Jorge E Eremchuk<sup>2</sup>**

(1) *Secretaría de Minería, Provincia de Catamarca.*  
*amusuruana@yahoo.com.ar*

(2) *Departamento de Geología, Facultad de Tecnología y Ciencias Aplicada de la UNCa.*  
*unlar07@gmail.com*

RESUMEN: La mina Incahuasi ubicada en el borde austral del Salar del Hombre Muerto, Departamento de Antofagasta de la Sierra de la provincia de Catamarca, registra una actividad minera de explotación y exploración desde épocas incaicas y jesuíticas hasta la actualidad, estas ruinas fueron declaradas Patrimonio Histórico Nacional en el año 1943. Los diferentes trabajos

llevados a cabo a lo largo del tiempo han generado una serie de Pasivos Ambientales Mineros (PAM) los cuales fueron identificados y tipificados en forma previa a una evaluación sobre el riesgo ambiental de los mismos. De los estudios llevados a cabo surge que existe un importante aumento de PAM durante los últimos 20 años a pesar de estar vigente la normativa específica referente a la protección ambiental de la actividad minera (Ley Nacional N° 24585), en cuanto a los resultados de la evaluación de los riesgos ambientales que potencialmente generan los PAM identificados, surge que la mayoría de ellos son de riesgos moderados, en donde se destaca el riesgo del deterioro del Patrimonio Histórico de la ruinas Jesuitas del sitio estudiado. Otros riesgos a considerar para una gestión ambiental de los PAM son los relaves y diferentes PAM que surgen como elementos peligrosos para los excursionistas y turistas que visitan la zona de los vestigios de las ruinas Jesuitas, los restos del Campamento minero y de la mina de Incahuasi.

## INTRODUCCIÓN

La mina Incahuasi, se encuentra ubicada en el borde sudoeste del Salar del Hombre Muerto, Departamento Antofagasta de la Sierra, provincia de Catamarca (Figura 1), el sitio es un distrito minero típico del siglo XX que cuenta con antecedentes desde épocas incaicas y de los Jesuitas, hasta el año 1767 (estas ruinas fueron declaradas Monumento Histórico Nacional mediante Decreto-PEN N° 16482/43).



Figura 1. Ubicación relativa del área de estudio

Posteriormente, continuó la explotación hasta el año 1810. En el siglo pasado, la actividad minera tuvo varios periodos de reactivación. Se realizaron trabajos de explotación entre 1936 y 1954, y trabajos de exploración en los años 1990-1991, 1993 y 1997, quedando en el área antiguas labores abandonadas, escombreras, construcciones, etc. Actualmente ha sido sometida a actividades exploratorias durante los años 2006 al 2008.

La identificación de los pasivos mineros de la mina Incahuasi y su posterior evaluación, así como determinar las medidas de mitigación en el ecosistema circundante, cobra importancia dado que una parte del sector ha sido declarado Monumento Histórico Nacional y es visitado por diferentes turistas, los cuales pueden correr riesgos de accidentes y/o contribuir al deterioro del patrimonio histórico existente.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El inventario de los pasivos mineros fue realizado mediante visitas de campo, elaborando fichas individuales de los pasivos. La caracterización físico ambiental del sitio y su entorno ha sido con el apoyo de fotografías aéreas de los años 70 e imágenes satelitales del Google Earth (Figura 2).

Para la evaluación de los PAM se han aplicado los procedimientos de la Guía de Evaluación de Riesgos Ambientales, Ministerio del Ambiente de Perú (2010), que toma como base la norma UNE 150008 EX.



Figura 2. Imagen satelital de Incahuasi

## SISTEMA FÍSICO AMBIENTAL

En la zona de estudio y su entorno es posible reconocer las Provincias fitogeográficas Puneña y Altoandina que forman parte de una unidad jerárquica mayor, el Dominio Andino-Patagónico, el cual se extiende desde Venezuela y Colombia hasta Tierra del Fuego (Cabrera y Willink, 1973).

En términos generales, las Provincias Puneña y Altoandina se caracterizan por presentar una vegetación baja y rala, con predominio de estepas arbustivas en Puna y de estepas de gramíneas xerofíticas y duras en Altoandina. La diferencia entre estas zonas se encuentra en el ambiente en que se desarrollan, limitando a la puna a aquellas zonas deprimidas, como: salares, llanuras aluviales, barrales, etc, y para el altoandino los terrenos rocosos y/o pedregosos que conforman, generalmente, las serranías de la región.

El clima de la zona cuenta con parámetros meteorológicos, registrados en las estaciones Salar del Hombre Muerto (25º 17' Latitud Sur y 67º 04' Longitud Oeste, a 4010 m s.n.m ) periodo 1927-1931 y la que posee la empresa Minera Altiplano para el periodo 1992-2000, (ubicada al sureste del Salar del Hombre Muerto, a 17 Km de la zona de estudio). De esta información surge que las condiciones climáticas de la zona corresponden a un ambiente "frío y seco", presentando una gran amplitud térmica diaria. La

temperatura media anual es de 4.9 °C, siendo enero y febrero los meses más cálidos con temperaturas medias que oscilan los 11.3 °C y 10.6 °C, respectivamente. La precipitación total anual alcanza una media de 66.6 mm, siendo el mes más lluvioso enero con un promedio de 32.4 mm y la evaporación media anual es elevada, la misma asciende a 2.695 mm. La velocidad media anual de los vientos es de 9.9 Km/hora. Los registros indican velocidades que oscilan entre 7 y 12.3 Km/hora.

Los suelos del área de estudio son característicos de regiones de altura (provincia Altoandina), pertenecen al Orden Entisol, Suborden Torriortente típico, característico de climas áridos, en donde la evapotranspiración potencial excede a la precipitación, en consecuencia el agua no infiltra a través del perfil y no se desarrollan los horizontes edafogénicos, por lo que el índice de productividad de los mismos es bajo a muy bajo (INTA 1990).

La geología del área y de la mina está representada por una secuencia sedimentaria marina compuesta por predominio de pelitas y grauvacas del Ordovícico superior, descrita como Formación Falda Ciénaga por Aceñolaza et al. (1976), para la localidad homónima, ubicada en la Sierra de Incahuasi a unos 20 Km al sur de la mina. Dichas rocas fueron afectadas por procesos

diagenéticos metamórficos e hidrotermales produciendo modificaciones composicionales y texturales. Se formaron metagrauvas y filonitas como los productos resultantes del metamorfismo dinámico. Estas rocas presentan varios sistemas de venas y vetas paralelas de cuarzo, de rumbo preferente N-S con buzamiento al E con valores superiores a los 45°.

La estructura geológica local se caracteriza por poseer varios sistemas de fracturas en varias direcciones, de edades diferentes que afectan al área tanto a las rocas como a las vetas de cuarzo. Las responsables del levantamiento de las sierras, producto de la orogenia de la cordillera de los Andes, poseen rumbos aproximados N-S.

En el entorno inmediato de la mina no existen cuerpos de agua superficial, al norte de Incahuasi se encuentra la playa salina que constituye el borde sur del Salar del Hombre Muerto, principal cuerpo de aguas subterráneas del sector. El mismo se encuentra emplazado en una cuenca cerrada de aproximadamente 3929 Km<sup>2</sup>, con drenaje interno. El ingreso de agua al sistema se produce por precipitaciones, corrientes superficiales provenientes de sistemas colectores de los alrededores y contribuciones subterráneas. En la cuenca se encuentran dos lagunas de salmuera (laguna Catal y laguna Verde) alimentadas por los ríos Los Patos y Trapiche.

Monchablón en Gonzales (1999) indica que el agua potable era llevada al campamento desde una vertiente natural ubicada a 3 km de la mina y que las labores subterráneas de esta, suministraban un caudal considerable del orden de los 40 m<sup>3</sup>/hora de agua salada y constituía uno de los problemas de la mina.

## IDENTIFICACION Y EVALUACION DE LOS PASIVOS

Para el proceso de caracterización de los pasivos ambientales mineros de Incahuasi, se procedió a dividir en dos zonas el área de estudio, Sector Campamento y Sector Ruinas Jesuitas. Se identificaron 167 Pasivos Ambientales Mineros (PAM) entre inactivos y abandonados. La Tabla 1 sintetiza la identificación de los mismos según su ubicación y el tipo de pasivo.

**Tabla 1**

Cantidad de PAM	Campamento	Tipo de PAM	%
58	Jesuítico	abandonados	34,73
20	Jesuítico	inactivos	11,98
68	Minero	abandonados	40,72
21	Minero	inactivos	12,57
<b>Resultados según la "ubicación" de los pasivos</b>			
78	Jesuítico	Abandonados/inactivos	46,71
87	Minero	Abandonados/inactivos	53,29
<b>Resultados según "tipos" de pasivos</b>			
127	Jesuítico y Minero	abandonados	75,45
39	Jesuítico y Minero	inactivos	24,55

Del análisis de la misma, se deduce que según el "tipo de PAM", el 75,45% corresponden a PAM "abandonados", es decir antes de la Ley 24585 y el porcentaje restante (24,55%) a los denominados

“inactivos”, posteriores a la normativa (Ley 24585) promulgada en el año 1995, y desde el punto de vista de la “ubicación”, el porcentaje de PAM es prácticamente igual en ambos sectores del distrito minero.

Si se relaciona la totalidad de los pasivos previos a la normativa, de aquellos identificados como posteriores a la misma, se destaca que en menos de 20 años se han generado un 30% más de PAM, a pesar de una normativa vigente de carácter preventiva sobre el medio ambiente.

Para este trabajo se ha utilizado la Guía de Evaluación de Riesgos Ambientales, Ministerio del Ambiente de Perú, la cual se basa en la metodología propuesta por la norma UNE 150008 EX. Esta norma, propone un modelo estandarizado para la identificación, análisis y evaluación de los riesgos ambientales de una organización y es aplicable a las etapas de operación, cierre y abandono de pasivos ambientales.

El proceso de evaluación utilizado para caracterizar los riesgos ambientales de los PAM identificados en Incahuasi, se resume en el siguiente esquema:

En primera instancia se elaboró un listado de las fuentes de peligro de los PAM observados en el campo para cada una de las zonas (sector Jesuita, sector Campamento Minero).

Se formularon los escenarios de riesgo, las causas y consecuencias para los diferentes tipos de PAM, y se estimó la probabilidad de ocurrencia (frecuencia del riesgo ambiental) para cada uno de los escenarios de riesgo.

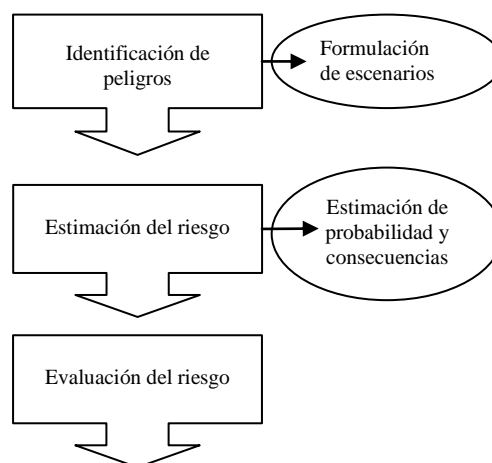
Se estima la gravedad de las consecuencias a efectos de definir el grado de vulnerabilidad sobre los receptores (salud, medio ambiente natural y patrimonio). Estos criterios fueron aplicados en ambas zonas de trabajo y se obtuvo una puntuación de gravedad para cada uno de los receptores antes mencionados.

Finalmente se determina el riesgo ambiental para cada escenario de riesgo, en forma diferenciada para cada receptor. El riesgo ambiental se obtiene del producto de la probabilidad y la gravedad de las consecuencias antes estimadas.

Para la evaluación final del riesgo ambiental se elaboraron dos Tablas (1 y 2). En cada Tabla se consideraron los tres receptores y los valores de gravedad y frecuencia para cada escenario de riesgo.

## RESULTADOS

En el Sector Ruinas Jesuíticas los riesgos principales de los pasivos ambientales mineros inventariados (Tabla 1), son calificados como “riesgo moderado” aquellos relacionados al Patrimonio. La presencia de turistas, la subsidencia de los terrenos, el agrietamiento o hundimiento de los niveles de galerías pueden afectar las construcciones en ruinas de la época Jesuítica, declaradas Monumento Histórico Nacional por el Poder Ejecutivo Nacional en el año 1943 (en Vigil,



1977). También fueron calificados como “moderados” los relacionados a la seguridad de las personas (aspecto salud), que visitan el lugar, por la presencia de labores subterráneas abiertas, que no poseen ningún tipo de cerramiento o protección perimetral. Sobre el medio ambiente se identificaron riesgos leves, debido principalmente a la presencia de escombreras, plataformas y subsidencia de niveles de galerías.

En el Sector Campamento Minero (Tabla 2) se identifica un riesgo moderado sobre el medio ambiente por la presencia de relaves y drenaje de galería y sobre la seguridad de las personas que visitan el sitio debido a la presencia de labores subterráneas abiertas.

Se identificaron riesgos leves, relacionados principalmente a la seguridad (caídas de personas) y salud (inhalación, ingesta) de los turistas que llegan al lugar, debido a que no se han realizado las actividades de cierre de los PAM. Las escombreras y plataformas producen un impacto sobre el medio ambiente e implican un riesgo leve sobre el mismo. No se identificaron riesgos sobre el Patrimonio del sector.

## CONCLUSIONES

De la totalidad de los pasivos ambientales mineros identificados y evaluados en el distrito minero de Incahuasi se destaca que a partir de la modificación del Código de Minería (1995) permitiendo el ingreso de inversiones para explorar y explotar los recursos mineros del territorio argentino, ha generado en el distrito de Incahuasi un aumento del 30 % de los PAM relevados. El dato es significativo dado que la modificación del Código de Minería incluyó la protección ambiental minera en el Título XIII, Sección Segunda, Art. 246, sin embargo la misma carece de precisión (artículos, capítulos) relacionados específicamente al cierre de actividades mineras o a la remediación de los PAM generados. Tema aún pendiente para los organismos de control ambiental minero de cada provincia, los cuales pueden reglamentar las condiciones mínimas de cierres de las diferentes actividades mineras que se llevan adelante en su territorio.

De la evaluación de los PAM en Incahuasi, surge que el riesgo ambiental que generan los mismos tiene la calificación de “riesgos leves a moderados”, no se ha identificado ningún PAM que haya alcanzado el puntaje de “significativo”.

Dentro de los “riesgos moderados”, se presentan como más preocupantes y a considerar para una correcta gestión de mitigación o reconstitución ambiental, aquellos vinculados al Patrimonio existente en el área de estudio (Ruinas Jesuitas) y a los relaves de la mina. Por otro lado deben considerarse la presencia de diferentes pasivos mineros (aberturas de chiflones, piques, etc.) que se convierten en trampas peligrosas para las visitas de los turistas y excursionistas.

Finalmente se estima que el deterioro físico natural generado por las faenas mineras puede calificarse como compatibles con las condiciones naturales de la región.

## BIBLIOGRAFIA

- Aceñolaza, F., Toselli A. y Durand F. 1976. Estratigrafía y paleontología de la región del Hombre Muerto, provincia de Catamarca, Argentina. Actas 1º Congreso Argentino de Paleontología y Bioestratigrafía, 1:109-123. Tucumán.

- Cabrera, A. y A. Willink. 1973. Biogeografía de América Latina. OEA. Serie de Biología. Monografía N° 13.
- González Osvaldo E. 1999. Mina Incahuasi, Catamarca. Recursos Minerales de la República Argentina – Volumen I - Anales N° 35-Bs. As.-1999 Instituto de Geología y Recursos Minerales – SEGEMAR.
- Hoja Geológica 2566-III Cachi. 1998. Provincias de Salta y Catamarca. Hoja geológica 1:250.000. Subsecretaría de Minería de la Nación-Boletín N° 248-Bs. As.
- Ley Nacional N° 24585. 1995. Ley de protección ambiental para la actividad minera. Modificación del Código de Minería. Boletín Oficial, noviembre 24 de 1995.
- Ministerio de Ambiente Perú. 2010. Guía de Evaluación de Riesgos Ambientales. Dirección General de Calidad Ambiental. Lima, Perú 2010.
- Vigil Carlos. 1977. “Los Monumentos y Lugares Históricos de la Argentina”. Cuarta Edición. Editorial Atlántida. Buenos Aires.

Tabla 1. Sector Jesuita

PASIVOS AMBIENTALES MINEROS	ESCENARIOS DE RIESGO	RECEPTORES								
		SALUD			MEDIO AMBIENTE			PATRIMONIO		
		Gravedad	Frecuencia	Riesgo	Gravedad	Frecuencia	Riesgo	Gravedad	Frecuencia	Riesgo
Ruinas Jesuíticas	Caída de paredes o elementos inestables sobre las personas/animales	1	2	2	0	2	0	0	2	0
	Exposición alta del patrimonio por presencia de turistas	0	3	0	0	3	0	4	3	12
Escombreras	Lixiviación del material	0	1	0	3	1	3	0	1	0
Socavones	Caída de rocas, colapso labor subterránea	2	2	4	0	2	0	0	2	0
Niveles de Galería	Subsidencia, agrietamiento, hundimiento	0	2	0	1	2	2	3	2	6
Chimeneas - Chiflones_Piques	Accidentes de personas/animales a niveles inferiores	4	3	12	0	3	0	0	3	0
Pozos mina-Rajos	Accidentes de personas/animales	3	2	6	0	2	0	0	2	0
Huellas	Accidente de vehículos por accesos en mal estado	1	1	1	0	1	0	0	1	0
Plataformas	Afectación de la morfología del terreno y drenaje superficial	0	2	0	1	2	2	0	2	0

## REFERENCIAS:

	RIESGO SIGNIFICATIVO: 16-25
	RIESGO MODERADO: 6-15
	RIESGO LEVE: 1-5



**Tabla 2. Sector Campamento Minero**

PASIVOS AMBIENTALES MINEROS	ESCENARIOS DE RIESGO	RECEPTORES								
		SALUD			MEDIO AMBIENTE			PATRIMONIO		
		Gravedad	Frecuencia	Riesgo	Gravedad	Frecuencia	Riesgo	Gravedad	Frecuencia	Riesgo
Campamento - ex planta (ruinas)	Caída de rocas, estructuras o elementos inestables sobre las personas/animales	1	2	2	0	2	0		2	0
Escombreras	Caídas de personas/animales	1	2	2	0	2	0		2	0
	Lixiviación del material	0	1	0	3	1	3		1	0
Relaves	Ingesta, inhalación de polvo	2	2	4	0	2	0		2	0
	Lixiviación del material al Salar	0	2	0	4	2	8		2	0
Bocasmina - socavones - polvorines	Caída de rocas, colapso labor subterránea - caída de personas/animales a niveles inferiores	1	3	3	0	3	0		3	0
Drenajes de galería	Ingesta del agua de personas/animales	1	1	1	0	1	0		1	0
	Infiltración del agua en Salar	0	2	0	4	2	8		2	0
Chimeneas - Tobogán	Caídas de personas/animales a niveles inferiores	2	3	6	0	3	0		3	0
Trincheras-Pozos mina-Rajos	Caída de personas/animales	1	2	2	0	2	0		2	0
Huellas	Accidente de vehículos por accesos en mal estado	1	1	1	0	1	0		1	0
Plataformas	Corta la morfología del terreno y afecta el drenaje superficial	0	2	0	1	2	2	0	2	0

REFERENCIAS:



RIESGO SIGNIFICATIVO: 16-25

RIESGO MODERADO: 6-15

RIESGO LEVE: 1-5

### 3.5- RIESGO SÍSMICO EN LA PROVINCIA DE JUJUY

**Waldo Chayle<sup>1</sup> & Silvia A. Rosas<sup>2</sup>**

(1) Instituto de Geología y Minería, UNJu

chayle@idgym.unju.edu.ar

(2) Instituto de Geología y Minería, UNJu-CONICET

srosas@idgym.unju.edu.ar

#### RESUMEN

En el territorio de la provincia de Jujuy, se han analizado la historia de los sismos, la geología, las estructuras geológicas, geomorfología, frecuencia de sismos, profundidad de los hipocentros y asentamiento de la población. Con estos elementos se han determinado cinco áreas de amenazas, siendo el grado de mayor amenaza el 5 y de menor amenaza el 1, igual escala de valores se ha utilizado para determinar la vulnerabilidad. La información resultante ha permitido establecer tres áreas de Riesgo Sísmico en Jujuy, siendo el Riesgo Sísmico de Grado 1 el de mayor riesgo, de Grado 2 medio y el Riesgo Sísmico de Grado 3 el de menor riesgo.

#### INTRODUCCIÓN

La provincia de Jujuy se encuentra en el extremo NO de nuestro país, desde tiempos históricos se han registrado eventos sísmicos en la provincia y alrededores, generando pánico en las poblaciones de la colonia española, no solo por el fenómeno en sí, también por la destrucción de los bienes materiales. Con el avance de los conocimientos de la geología y la tecnología se ha logrado la zonificación sísmica del país, en escala de 0 a 4, correspondiéndole a la provincia de Jujuy las zonas 2 y 3 de peligrosidad sísmica moderada a elevada. Esto nos permite reflexionar sobre la importancia del conocimiento de la geología, geomorfología, estructuras geológicas, capas freáticas, densidad y distribución de la población, estructuras de la construcción, y el grado de sismicidad en la región, estos conocimientos nos permitirán trabajar sobre la prevención sísmica a los efectos de minimizar el riesgo sísmico.

#### SISMICIDAD HISTÓRICA

La provincia de Jujuy presenta, históricamente, manifestaciones de movimientos sísmicos que, en diferentes oportunidades, se han registrado como catastróficos en distintas poblaciones. Los sismos han sido escasamente documentados, sin embargo el análisis histórico de estos fenómenos en la región, nos permite conocer el impacto que tuvieron en la población desde la colonización española, porque es a partir de esa época que comienzan los registros escritos (Tabla 1).

Tabla 1. Sismos Históricos

Día	Mes	Año	Hora GMT	Latitud	Longitud	Profundidad	Magnitud	Intensidad
13	9	1692	11.00.00	25.40	64.80	30	7.00	IX
14	1	1863	11.00.00	23.60	65.00	30	6.40	VIII
2	5	1908	20.50.00	25.20	64.70	30	6.00	VII
25	8	1948	6.09.23	24.90	64.80	50	7.00	IX
19	11	1973	11.19.32	24.57	64.58	12	5.40	VII

La sismicidad en la región comienza con los documentos de la iglesia fundamentalmente, describen las características de los terremotos, los daños ocasionados y el comportamiento de la población. Considerando la época, en general no son analizados objetivamente, porque no tenían conocimientos técnico-científicos sobre los terremotos, tampoco existían normativas de construcciones antisísmicas. Los terremotos eran analizados desde el punto de vista religioso y trataban de resolver la situación también desde ese punto de vista, como ejemplo, está el terremoto ocurrido, en 1692, en la localidad de Esteco en la provincia de Salta y las replicas, que dieron origen luego al culto del Señor del Milagro que hasta el día de hoy perdura. Cuando se analiza la sismicidad histórica en la región se debe tener en cuenta que, en los primeros tiempos de la conquista y colonización, el número de asentamientos humanos y su densidad era bastante reducida con respecto al actual y las comunicaciones de la época eran muy difíciles, por la falta de tecnificación y presupuestos, por eso no es posible tener mayor información sísmica, y solo existe información de sismos destructivos que afectaron a las ciudades más importantes de la época.

El 14 de enero de 1863 a 30 km de profundidad se origina un movimiento sísmico de excepcional intensidad y duración que produjo daños en la catedral, el cabildo y en casas de primitiva construcción de San Salvador de Jujuy. La intensidad máxima estimada alcanzó los VIII grados en la escala Mercalli modificada y tuvo una magnitud de 6.4 grados en la escala de Richter.

El día 2 de mayo de 1908 hubo un terremoto originado a 30 km de profundidad con intensidad máxima estimada en VII grados en la escala Mercalli modificada y tuvo una magnitud de 6.0 grados en la escala de Richter. Afectó en gran medida a Metán, Rosario de la Frontera y poblaciones cercanas de la ciudad de Salta, y provocó daños menores. Fue percibido en las ciudades de Salta, Tucumán, Jujuy y Catamarca.

Otro sismo corresponde al 25 de agosto de 1948 cuando un terremoto ocasionó daños y gran alarma en el departamento Anta en la provincia de Salta y en varias localidades del este y sureste de las provincias de Salta y Jujuy, también afectó a las ciudades capitales de ambas provincias. Hubo dos muertos y una veintena de heridos, el hipocentro se estima a 50 km de profundidad, la intensidad máxima estimada alcanzó los IX grados en la escala de Mercalli modificada y tuvo una magnitud de 7.0 grados en la escala de Richter. Este ha sido el último terremoto importante del noroeste argentino.

Luego, el 19 de noviembre de 1973 con hipocentro a 12 km de profundidad se origina un terremoto de intensidad máxima estimada en VII grados en la escala Mercalli modificada y una magnitud de 5.9 grados en la escala de Richter. Produjo daños en varias localidades del este de las provincias de Salta y Jujuy, especialmente en Santa Clara (Jujuy).

La ubicación de los focos sísmicos históricos, coincide con bastante aproximación con la ubicación de los hipocentros actuales.

Si bien, es muy importante el conocimiento de los registros históricos de los terremotos, no son suficientes para reconocer la relación entre los terremotos y las deformaciones y fracturaciones del terreno. En las últimas décadas los análisis de evaluación del peligro sísmico han sido mejorados con la utilización de los datos geológicos tales como la neotectónica durante el Cuaternario y de este modo es posible aproximarnos al conocimiento de la historia sísmica de las fallas y deformaciones, permitiendo obtener información para realizar trabajos de prevención sísmica.

## GEOLOGÍA

La geología de la provincia de Jujuy se caracteriza por presentar sus afloramientos a modo de fajas de orientación meridional a submeridional, siendo las estructuras geológicas de igual orientación. Las rocas del Precámbrico y Paleozoico están constituidas por pizarras, cuarcitas y areniscas consolidadas. Las rocas correspondientes al Mesozoico están constituidas por areniscas consolidadas a semiconsolidadas, calizas y niveles arcillosos a margas. El Terciario está compuesto por areniscas, limos y conglomerados, en general semiconsolidados. Finalmente el Cuaternario está representado por depósitos conglomerádicos y arenosos semiconsolidados a inconsolidados.

Las regiones de la provincia de Jujuy presentan las siguientes características:

- Puna: Altiplanicie sobreelevada por encima de los 3.5000 m.s.n.m. tiene como límite al oeste las cumbres constituidas por los estratovolcanes del Cenozoico superior (Fig. 1).

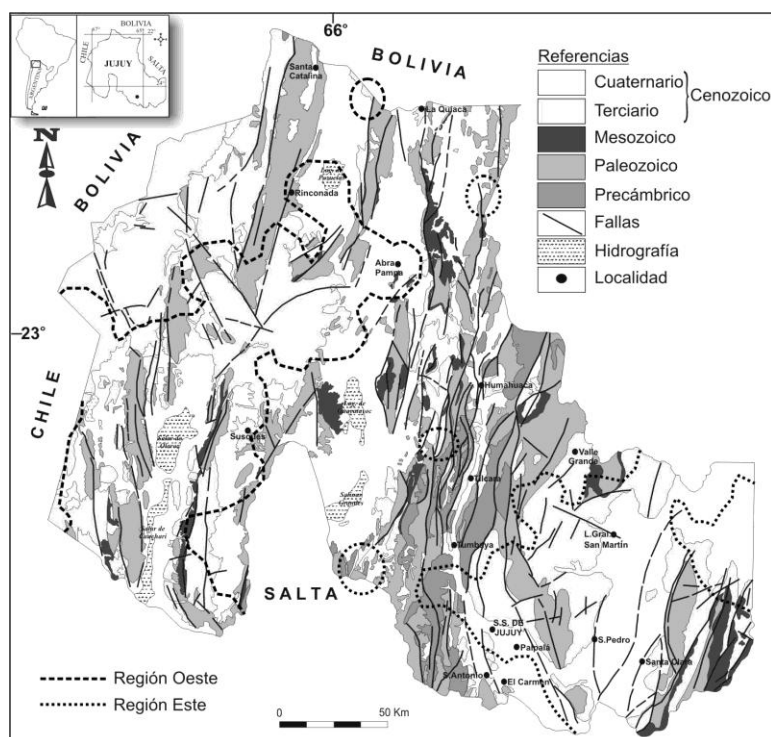


Figura 1. Geología y frecuencia sísmica en la provincia de Jujuy.

El zócalo está constituido por sedimentitas y leptometamorfitas del Ordovícico, con dos fajas de rocas volcánicas denominadas Faja eruptiva de la Puna Oriental y de la Puna Occidental. En discordancia se asientan las sedimentitas del Grupo Salta. En el Cenozoico se registraron importantes erupciones volcánicas dando como resultado estratovolcanes, domos, y calderas asociados a grandes volúmenes de flujos ignimbríticos. Estos productos volcánicos se intercalan con depósitos sinorogénicos terciarios continentales que se desarrollaron en cuencas intermontanas, que culminan con depósitos evaporíticos.

**Cordillera Oriental:** Presenta el desarrollo de grandes láminas de corrimientos compuestas por un zócalo proterozoico, caracterizado por sedimentitas levemente metamorfizadas. Aquí se encuentra el cuerpo granítico denominado Granito de Chañi. En discordancia angular se depositan clastitas del Cámbrico y del Ordovícico inferior a medio. En suave discordancia angular se asientan depósitos

marinos del Siluriano y Devónico. En discordancia sobre los depósitos precámbricos y paleozoicos se asientan sedimentitas de entre el Cretácico y Eoceno (Fig. 1).

- Sierras Subandinas: El sustrato está constituido por escasos depósitos ordovícicos y proterozoicos en el sector más occidental. Las secuencias compuestas por depósitos siluriano-devónicos, de más amplia distribución, están asociados a la Orogenia Oclóyica. Las sedimentitas neopaleozoicas están constituidas por secuencias marinas y continentales, en las que se preservan depósitos glaciarios y marino-glaciarios del Carbonífero superior. Depósitos sinorogénicos terciarios se apoyan en discordancia sobre depósitos Neopaleozoicos (Fig. 1).

## GEOMORFOLOGÍA

La provincia presenta cadenas montañosas, aproximadamente paralelas, alineadas de N-S, siendo las de mayores elevaciones las del oeste y disminuyen hacia el este. En la Puna se desarrollan grandes depresiones de origen tectónico separadas por serranías, también se destacan grandes conos aluviales. En Cordillera Oriental predomina la presencia de serranías y algunos valles entre los que se destaca la Quebrada de Humahuaca, siendo el acceso principal entre la ciudad de Jujuy y el norte de la provincia. En las Sierras Subandinas, se desarrollan valles como consecuencia, principalmente, de actividad tectónica. En estos valles se originan pequeñas geoformas, tales como terrazas fluviales, conos aluviales o de deyección y sobre ellos, por diferentes motivos, existen asentamientos, que normalmente son poblaciones reducidas y de construcciones de viviendas precarias. Los parajes ubicados en las Serranías de Zapla y Santa Bárbara son muy vulnerables por la frecuencia sísmica y la poca profundidad de los hipocentros. A esto se agrega la fuerte pendiente de algunas áreas y las posibilidades de deslizamientos, particularmente en épocas de lluvias. Dos sectores sobresalen por sus amplias planicies, el primero desde San Salvador de Jujuy hacia el sur, donde se desarrolla un amplio valle sobre el cual se asienta gran parte de la población de la provincia y el otro sector es el valle de San Francisco, de orientación NE-SO, donde también se asienta un gran número de habitantes.

## ESTRUCTURAS

El sector occidental de la provincia de Jujuy se caracteriza por la presencia de bloques originados por grandes corrimientos de edad Paleógena hasta Mioceno inferior a medio. La orientación de los planos de fractura que los limitan es meridional. Existe un lineamiento transversal a la cadena andina conocido como López-Coranzulí que habría tenido importancia en el control de las cuencas sedimentarias y el volcanismo.

En el sector central de la provincia, el corrimiento andino principal es el responsable del levantamiento del basamento proterozoico y de las secuencias cambro-ordovícicas. Su levantamiento principal acaeció durante el Mioceno superior y Plioceno, aún está sometida a importantes movimientos neotectónicos. Su estructura está caracterizada por una imbricación de escamas, resultado de la Orogenia Pampeana.

Existen en el área de estudio, fallas de rumbo N-S y NO-SE de extensión regional que controlan las características topográficas e hidrográficas. El estilo estructural responde a fallamientos con presencia de plegamientos, siendo el primero el estilo predominante y el segundo de carácter subordinado. Este estilo generalizado y definido durante la Fase Oclóyica (Turner y Méndez, 1979),

se caracteriza por las fracturas longitudinales de alto ángulo, de dirección elongada norte-sur. Son estas fracturas las responsables del levantamiento de los bloques montañosos y de los escalonamientos E-O presentes en la región.

En el sector oriental de la provincia, la estructura está caracterizada por amplios anticlinales, limitados por corrimientos y bajocorrimientos. Hacia el este los anticlinales son afectados por fallas que afectan incluso el basamento.

### ACTIVIDAD SÍSMICA

La sismicidad en la provincia de Jujuy, tiene relación con el margen occidental activo, por la subducción de la placa tectónica de Nazca por debajo de la placa Sudamericana con pendiente hacia el Este. Esta convergencia habría comenzado hace aproximadamente 200 millones de años con la subducción de la placa oceánica por debajo de la continental, con pendiente hacia el este con ángulo de subducción de 30°. Las velocidades de desplazamiento en los diferentes tiempos geológicos posiblemente han sido diferentes en magnitud y direcciones. Se han encontrado evidencias de la relación entre la deformación y el origen de las fallas en Cordillera Oriental, Sierras Subandinas y la mayor o menor velocidad de convergencia de las placas de Nazca y Sudamericana (Jordán et al, 1987, Somoza et al, 2002).

En un estudio sísmico realizado en la Cordillera Oriental y Sierras Subandinas (Cahill et al, 1992), se registraron 300 sismos en nueve meses. Para dichas regiones, la mayor densidad de hipocentros ocurre entre los 20 y 25 km de profundidad y va disminuyendo lentamente hacia la superficie, mientras que por debajo de los 25 km rápidamente disminuyen el número de eventos hasta los 35 km de profundidad. Aproximadamente a los 40-45 km de profundidad se encuentra la discontinuidad de Moho. Además se proponen dos modelos de engrosamiento de corteza continental (Cahill, opt cit.) Lo importante para el tema de sismicidad es la presencia, en ambos modelos, de bloques que constituyen las Sierras Subandinas, Sierra de Zapla y del Chañi, limitados por fallas casi verticales en superficie y que tienden a hacerse subhorizontales en profundidad. La mayor cantidad de focos sísmicos han sido reconocidos debajo de la Sierra de Zapla. Otros movimientos de menor intensidad son consecuencia de bloques en las serranías de menor tamaño que buscan el equilibrio, después de ser desacomodados por el movimiento permanente de las placas tectónicas.

Según datos sísmicos obtenidos en la página web del INPRES, la densidad y profundidad de los focos sísmicos en la provincia de Jujuy se puede dividirla en dos grandes regiones.

La **Región Oeste** se extiende desde el límite con Chile hasta la línea imaginaria que pasa por el flanco occidental de la Sierra de Cochinoca y flanco oriental de la Sierra de Tusaquillas, pasando por Salinas Grandes hasta el límite con Salta. En esta región los sismos son profundos, están relacionados con la subducción de la Placa de Nazca, las mayores profundidades de los focos sísmicos se encuentran en el límite oriental en donde la mayor densidad de hipocentros se ubican entre los 240-325 km y lentamente disminuyen hacia el oeste, siendo en el límite internacional las profundidades de mayor densidad de focos sísmicos entre 130 y 200 km. En la **Región Oeste** el INPRES ha determinado un área de frecuencia sísmica con distribución según Fig. 1. La **Región Este** se extiende desde el límite oriental de la Región Oeste, hasta el límite con la provincia de Salta en el este, los focos sísmicos son más dispersos, y disminuyen su profundidad, siendo frecuentes entre

los 20-25 km de profundidad. Para esta Región el INPRES ha determinado un área de frecuencia sísmica con distribución según Fig. 1.

La población de la provincia de Jujuy según el INDEC (2010) es de 672.260 habitantes, de los cuales 594.255 viven en los amplios valles de Jujuy-Los Pericos y el valle de San Francisco. En la **Región Este** se asienta por lo tanto el 88.40% de la población, siendo los centros poblados más importantes por el número de habitantes: San Salvador de Jujuy, Palpalá, Perico, El Carmen, San Pedro y Libertador General San Martín.

En las Serranías de Zapla y Santa Bárbara ocurren la mayor cantidad de sismos, las poblaciones con mayor número de habitantes mencionadas anteriormente están asentadas en las proximidades de dichas serranías y sobre sedimentos inconsolidados o semiconsolidados correspondientes al Terciario y en gran medida al Cuaternario, estas características determinan la vulnerabilidad de los sectores poblados respecto de la amenaza sísmica.

## RIESGO SÍSMICO

Considerando los diferentes elementos analizados: geología, geomorfología, estructuras geológicas, frecuencia de sismos, profundidad de los hipocentros y población se han determinado cinco áreas de amenazas, siendo el grado 1 el de menor amenaza y el grado 5 el de mayor amenaza. Asimismo en cada sector de amenaza se ha establecido el grado de vulnerabilidad de 1 a 5 siendo el grado 1 el de menor vulnerabilidad y el grado 5 el de mayor vulnerabilidad (Fig. 2), con estos dos componentes se han establecido áreas de riesgo sísmico de Grado 1, Grado 2 y Grado 3 (Fig. 3):

- Riesgo sísmico de Grado 1: corresponde a la región de los valles de Jujuy-Perico y de San Francisco, donde se concentra la mayor cantidad de población de la provincia, se asientan sobre terrenos con predominio de sedimentos terciario-cuaternario, se encuentran colindantes a las serranías con gran actividad sísmica y focos de poca profundidad.

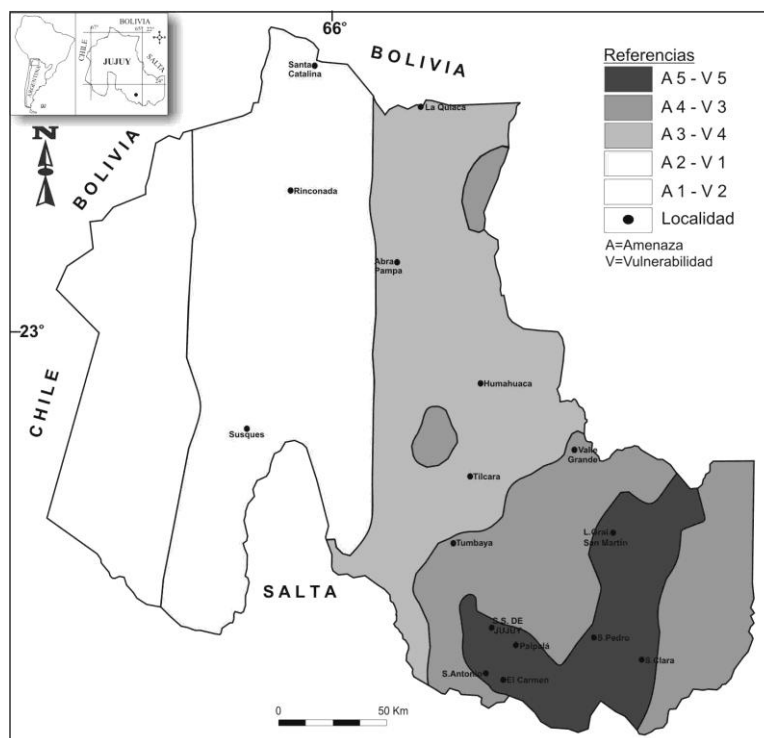


Figura 2. Amenaza y vulnerabilidad sísmica en la provincia de Jujuy.

- Riesgo sísmico de Grado 2: corresponde a las sierras de Zapla y Santa Bárbara, Quebrada de Humahuaca y Serranía del Chañi, presentan gran actividad sísmica, están constituidas mayoritariamente por rocas paleozoicas y mesozoicas, en algunos sectores se desarrollan pequeñas geformas peniplánicas sobre las que se asienta la población, que normalmente comprenden pequeños parajes.
- Riesgo sísmico de Grado 3: Esta área corresponde a la región de la Puna, en la cual los sismos son frecuentes, con hipocentros de mediana a gran profundidad, y donde la población es escasa.

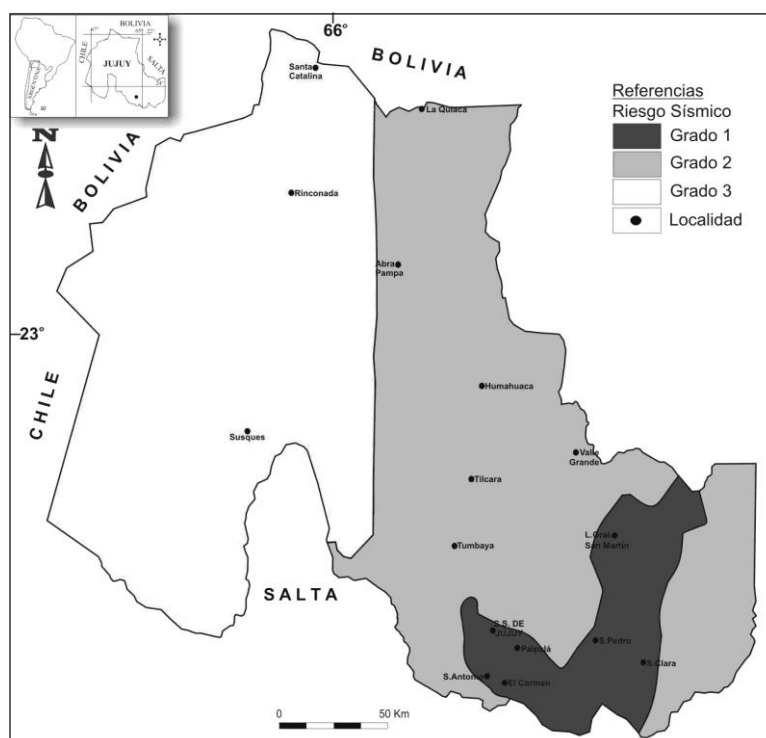


Figura 3. Riesgo sísmico en la provincia de Jujuy.

## CONCLUSIÓN

En la provincia de Jujuy se han registrado eventos sísmicos desde tiempos históricos, generando pánico en la población no solo por el fenómeno en sí, sino también por la destrucción de los bienes materiales. Considerando los diferentes elementos analizados: geología, geomorfología, estructuras geológicas, frecuencia de sismos, profundidad de los hipocentros y población se obtuvieron los mapas de amenazas, vulnerabilidad y riesgo sísmico. En base a ellos se puede concluir que las regiones jujeñas más expuestas a gran actividad sísmica coinciden con la zona de mayor densidad de población lo que incrementa el riesgo sísmico en la provincia de Jujuy. Existen otras dos regiones de menor y medio riesgo sísmico. Esto permite reflexionar sobre la importancia del conocimiento sísmico, lo que permitirá trabajar en tareas de prevención a los efectos de minimizar el riesgo sísmico en la provincia de Jujuy.

## REFERENCIAS

- Cahill T., Isacks B.L., Whitman D., Chatelain J.L., Pérez A. & J.M. Chiu, Seismicity and Tectonics in Jujuy Province, Northwestern Argentina, *Tectonics*, 11 (5), 944-959, 1992.
- Instituto Nacional de Estadística y Censos, Censo Nacional de Población, Hogares y Vivienda, 2010.



- Jordan, T. & M. Gardeweg, Tectonic evolution of the late Cenozoic Central Andes, in *Mesozoic and Cenozoic Evolution of the Pacific Margins*, Avraham Z.B. (ed.), Oxford University Press, 193-207, New York, USA, 1987.
- Somoza R., Tomlinson A. y C. Prezzi, Los Andes Centrales en el Cenozoico tardío: aumento en la tasa de acortamiento y disminución en la velocidad de convergencia. Actas del XV Congreso de Geológico Argentino, 2, 181-186, El Calafate, Argentina, 2002.
- Terremotos históricos de la República Argentina, <http://www.inpres.gov.ar/docentes/Terremotos%20hist%C3%B3ricos%20de%20la%20RA-2012.pdf>, 5 de noviembre de 2012.
- Turner J.C. & V. Méndez, 1979. Puna. in Turner, J. C., (Ed.): 29 Simposio de Geología Regional Argentina. Academia Nacional de Ciencias, 1: 19-56. Córdoba.

### 3.6- ANALISIS NEOTECTONICO DEL CORRIMIENTO LA CANTERA, PRECORDILLERA CENTRAL, SAN JUAN, ARGENTINA. SU EVALUACION COMO FUENTE SISMOGÉNICA POTENCIAL

**Laura Perucca<sup>1,2</sup>, José Millán<sup>1</sup>, Ariel Bustos<sup>1</sup>, Romina Onorato<sup>1</sup> y Nicolás Vargas<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> Departamento Geología. FCFyN-UNSJ. Av. Ignacio de La Roza y Meglioli 5400–San Juan.

<sup>2</sup> CONICET, Gabinete de Neotectónica. INGEO-FCFyN-UNSJ. Av. Ignacio de La Roza y Meglioli 5400-San Juan. E-mail: lperucca@unsj-cuim.edu.ar

<sup>3</sup>CHISÑANCO SRL

El corrimiento La Cantera es una de las principales estructuras activas en el ámbito de la Precordillera Central de San Juan, que se extiende por 47 km a lo largo del valle intermontano que separa las sierras de La Cantera y La Invernada, al norte del río San Juan (Fig. 1a,b). El azimut promedio de la falla es 200º, y su buzamiento es al oeste, entre 15º y 30º O en el tramo norte, a aproximadamente 40º O en el tramo central y hasta 60º en el extremo sur. La estructura deforma y desplaza todos los niveles de abanicos aluviales del Pleistoceno superior y Holoceno pertenecientes al piedemonte occidental de la sierra de La Cantera y está definida por una serie de geoformas típicas de ambientes tectónicos compresivos, entre las que se destacan escarpas de falla a contrapendiente simples y compuestas, escarpas flexurales, terrazas fluviales, barreales de falla (*sag ponds*), vertientes alineadas, drenajes desplazados y obturados y cauces colgados (*wind gaps*) (Fig. 1 c,b).

A lo largo de todo su trazo se identificaron y analizaron nueve trincheras naturales. En ellas se pudo observar cómo la falla corta los depósitos holocenos en el extremo norte, mientras que hacia el sur constituye un corrimiento ciego. En tres de las trincheras se ubicó un pliegue por propagación de falla que afectaría a depósitos pertenecientes al Pleistoceno superior-Holoceno. Se identificaron clastos orientados paralelos a los planos de fallas, además de pliegues y cuñas coluviales; todo esto indicando los distintos eventos sísmicos.

Mingorance (1998) postuló a partir del análisis de la documentación histórica y registros instrumentales disponibles que se produjeron al menos seis eventos corticales de magnitudes medias a bajas desde 1894 hasta la fecha de publicación de su trabajo en 1998, entre los que

destaca el terremoto de 1924 ( $M_s=6.0$ ), registrado instrumentalmente por Hartmann (1926) que sólo fue percibido en la ciudad de San Juan.

Actualmente, con nuevos equipos de registros y acceso más rápido a esta información, se observa mayor cantidad de sismos registrados entre el borde occidental de la sierra de La Canterera y sierra de La Invernada, si bien el registro instrumental es bastante bajo al compararlo con otras fuentes sismogénicas de la Provincia de San Juan.

También se efectuó la evaluación del potencial sismogénico de la falla La Canterera, expresado en términos de la máxima magnitud probable. Estos cálculos forman parte de los cálculos de evaluación de amenaza sísmica cuyas fórmulas determinísticas tienden a escenarios y asunciones que incluyen el peor caso posible.

Mingorance (1998) asocia a la Falla La Canterera el sismo de 1924, la cual posee una altura total de escarpe de 14 m, obteniendo una la tasa de deslizamiento de aproximadamente 0.35 mm/año, asignándole moderada actividad. Por otra parte, Inpres (1993) determinó un intervalo de recurrencia de 5000 años para esta estructura.

En este trabajo se identificaron en 3 de las trincheras analizadas dos cuñas coluviales que permitieron interpretar al menos dos eventos sísmicos. Millán y Perucca (2011), teniendo en cuenta la datación de un nivel aluvial afectado por la falla que arrojó una edad de  $4580 \pm 50$  AP, además del sismo instrumental ocurrido en 1924 de  $M_s=6$ , estimaron un intervalo de recurrencia de  $2656 \pm 50$  años. A partir de fórmulas determinísticas que tienen en cuenta su longitud obtuvieron un sismo máximo entre 6.9 y 7.1.

Sobre la base de las características y parámetros geomorfológicos, estratigráficos, estructurales y sismológicos analizados, se considera al corrimiento La Canterera como una fuente sismogénica de importancia para los centros poblados de la ciudad de San Juan (> 700.000 habitantes), los departamentos Calingasta y Ullum, además de las obras de gran magnitud construidas a lo largo del río San Juan, como lo son los diques Caracoles, Punta Negra y Ullum (10, 35 y 40 km de distancia respectivamente).

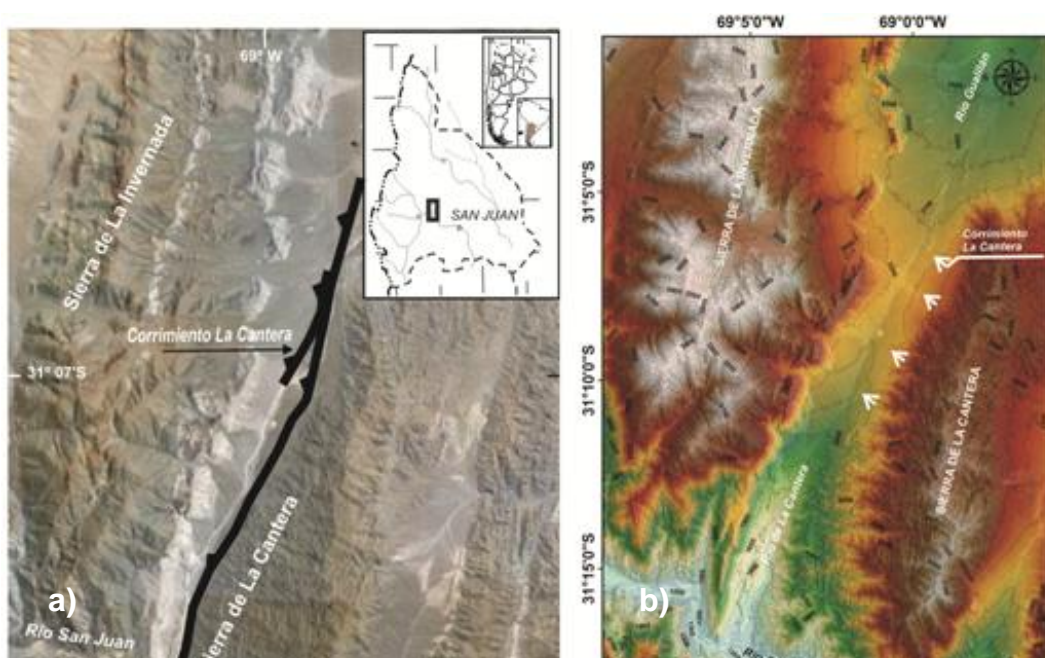




Figura 1. a) Mapa de ubicación del área de estudio, b) 30m DEM, c) vista al oeste de la escarpa múltiple y compuesta del corrimiento La Cantera y d) Vista al sur del escarpe flexural a contrapendiente

### Referencias

- Hartmann, J., 1 926, Observaciones sísmicas efectuadas en los años 1 922-1924: La Plata, Argentina. Contribuciones geofísicas, I (1).
- Millán, J.L., Perucca, L.P., 2011. Análisis neotectónico del extremo norte del sobrecorrimiento La Cantera, provincia de San Juan, Argentina. Revista Mexicana de Ciencias Geológicas, 18(3), 337-348.
- Mingorance, F., 1 998, Evidencias de paleoterremotos en la falla activa La Cantera-Cinturón de empuje de la Precordillera, San Juan, Argentina, en 1 0º Congreso Latinoamericano de Geología Actas, 2, 161-166.
- Instituto Nacional de Prevención Sísmica (INPRES), 1993, La verdadera dimensión del problema sísmico en la provincia de San Juan: San Juan, Argentina, Publicación Técnica N° 18, 46 p.

### 3.7- EVALUACIÓN DE LA SUSTENTABILIDAD DE UN SISTEMA NOGALERO NATURAL RECONVERTIDO

**L.D. Olmedo Vergara**

Facultad de Ciencias Agrarias, UNCa

Maestro Quiroga 50, Planta Baja, San Fernando del Valle de Catamarca

#### INTRODUCCIÓN

La agricultura sustentable es la actividad agrícola que permite a todos los integrantes de los diferentes procesos productivos (productores y consumidores) desde la siembra hasta la cosecha o al final de cada ciclo productivo (para las especies plurianuales o perennes) obtener bienes y servicios consumibles sin generar daño a la salud humana, comercializarlos y/o consumirlos a precios razonables, de tal manera que el uso de los recursos puestos en juego, admitan futuros procesos idénticos con resultados al menos equivalentes.

Algunas de las dimensiones con las que se puede analizar la sustentabilidad de un determinado agroecosistema son la ambiental, sociocultural y económica. En cuanto a la dimensión ambiental, Harte (1995) expresa que el ambiente no es un “banco inagotable de recursos”. Asimismo, el ambiente está ligado indisolublemente al sistema productivo que lo contiene y lo que suceda en uno incide directamente en el otro; la estabilidad física de un sistema productivo está ligada fundamentalmente al control de la erosión, condición fundamental para que el recurso suelo conserve sus valores actuales y mejore a lo largo del tiempo.

La dimensión sociocultural hace referencia al pleno convencimiento del productor acerca de lo que está llevando a cabo y a la integración del productor con productores de condiciones afines a efectos de intercambiar experiencias que propendan a la evolución positiva de su sistema. El hecho de que el sistema se interrelacione con el entorno físico inmediato a través de la mano de obra local y respetando las proximidades con los vecinos, hace que esta dimensión sea imprescindible.

La dimensión económica se refiere al retorno del capital invertido en los tiempos estimados, a la reinversión de los ingresos, al acceso a las vías de comunicación con los mercados y a la diversificación de los mismos.

El análisis de la sustentabilidad en los sistemas productivos de la provincia de Catamarca se vuelve necesario debido a fragilidad de los ecosistemas puestos en juego en cada ciclo, debido a las condiciones climáticas, topográficas y edáficas, entre otras, que presentan.

El objetivo del presente trabajo es evaluar la sustentabilidad de un sistema nogalero natural reconvertido con variedades californianas ubicado en las Sierras de Ancasti, departamento El Alto, provincia de Catamarca.

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

El sistema analizado es un establecimiento nogalero ubicado en los faldeos superiores precumbreños de las Sierras de Ancasti, departamento El Alto, provincia de Catamarca.

La zona recibe un aporte pluviométrico de 800 mm anuales aproximadamente, concentrados desde fines de noviembre a abril y desde abril en adelante recibe aportes de humedad de nieblas y neblinas y condensaciones ocultas. Éste régimen ha sido suficiente para el mantenimiento del monte natural de nogal cimarrón (*Juglans australis*) y para las variedades californianas injertadas. Las posibilidades de aportes extras de agua de riego se complican por la topografía irregular del terreno y la distribución al azar de las plantas. El suelo es muy poco profundo con afloramientos de roca madre.

La altitud sobre el nivel del mar varía entre 1500 y 1600 metros, lo que permite acumular horas de frío fisiológico que evitan inconvenientes con la floración y fructificación.

La vegetación que se desarrolla en mayor medida es arbórea, siendo el ejemplar dominante el nogal cimarrón. Existe un arbustal muy ralo y una flora herbácea abundante de gramíneas y latifoliadas. En las áreas donde, por la orientación de los cordones montañosos presentan una mayor conservación de la humedad, se encuentran especies representativas de Las Yungas.

La principal actividad productiva de la zona es la ganadería bovina extensiva de razas criollas mejoradas con cruces de razas europeas e índicas, en menor medida caprina y mucho menos ovina. En cuanto a la actividad agrícola en los predios ubicados en las cercanías, y en los cuales la topografía se lo permite se hacen cultivos de papa, maíz y zapallo y menor medida chaucha o poroto.

El sistema es gestionado por el propietario y su grupo familiar. La superficie total del campo es de 1000 has con pendientes de suaves (5 %) hasta muy fuertes (+ del 15 %) según la orientación del faldeo. En la cañadas con mejor conservación de la humedad se ha desarrollado un bosque natural de nogal cimarrón, sobre el cual el propietario ha injertado variedades californianas. El porcentaje de monte injertado es del 3 % del total, y la selección de los portainjertos se hizo en función de la accesibilidad para las prácticas culturales. El campo se encuentra sobre la margen sudeste de las nacientes del Río Albigasta sobre cuyo cauce se está construyendo el Dique "El Bolson".

Se utilizó para el análisis la metodología propuesta por Sarandón (2002). Las dimensiones se evaluaron según las siguientes categorías:

### **1. Dimensión ambiental:**

*Suelo:* se valoraron las condiciones de suelo cubierto y el relieve del área trabajada pensando que el tránsito puede acelerar algún proceso de flujo de agua intenso, producto de las precipitaciones.

Porcentaje de cobertura vegetal: de 0% a 25 %: 0; de 26% a 50%: 1; de 51% a 75%: 2; de 76% a 100%: 3.

*Relieve de las áreas antropizadas:* porcentaje de las áreas de monte natural reconvertidas que superan las pendientes del 5%. De 76% a 100%: 0; de 51% a 75%: 1; de 26% a 50%: 2; de 0% a 25%: 3.

*Biodiversidad:* se mide el resultado de la acción humana sobre el monte original, teniendo en cuenta que cuando se injerta se tiende a la homocigosis, siendo el monte natural un importante reservorio de germoplasma. Por otra parte el tránsito para las prácticas también incide en la destrucción de especies de interés medicinal (hierbas con propiedades curativas).

Porcentaje de la superficie con monte natural reconvertida: 76% a 100%:0; de 51% a 75%: 1; de 26% a 50%: 2; de 0 a 25% 3.

### **2. Dimensión económica:**

*Flujo de fondos:* para estimar la supervivencia del sistema, cuanto se destina de los ingresos prediales al nuevo ciclo productivo, teniendo en cuenta que aún faltan al menos 8 años para que se alcancen valores de producción cercanos al óptimo racional.

Porcentaje del ingreso predial destinado al ciclo productivo siguiente: de 0% a 25%: 0; de 26% a 50%: 1; de 51% a 75%: 2; de 76% a 100%: 3.

*Localización:* importante desde el punto de vista que en los momentos críticos del cultivo se pueda llegar con las prácticas concretas, como por ejemplo control de polilla del nogal (*Cydiapomonella*); poder llegar con la producción al mercado, etc.

Estado del acceso en momentos críticos: malo: 0; regular: 1; bueno: 2; muy bueno: 3.

*Origen de los insumos:* significa que en la suma de recursos necesarios en cada ciclo productivo, cuanto depende el resultado del ciclo de los insumos externos, por ejemplo agroquímicos, asignándoles valores según los porcentajes relativos de uso de cada grupo de insumos.

Porcentaje de la producción que depende de los insumos externos: de 76% a 100%: 0; de 51% a 75%: 1; de 26% a 50%: 2; de 0% a 25%: 3.

**3. Dimensión sociocultural:**

*Visión del productor:* se quiere medir cuán satisfecho está el productor con el emprendimiento, que nivel de satisfacción le produce estar poniéndolo en marcha teniendo en cuenta que falta mucho tiempo para que se obtengan beneficios económicos importantes; cuánto tiempo del posible le destina a la atención y gestión del sistema.

Porcentaje del tiempo disponible que dedica a la gestión del sistema: de 0% a 25%: 0; de 26% a 50%: 1; de 51% a 75%: 2; de 76% a 100 %: 3.

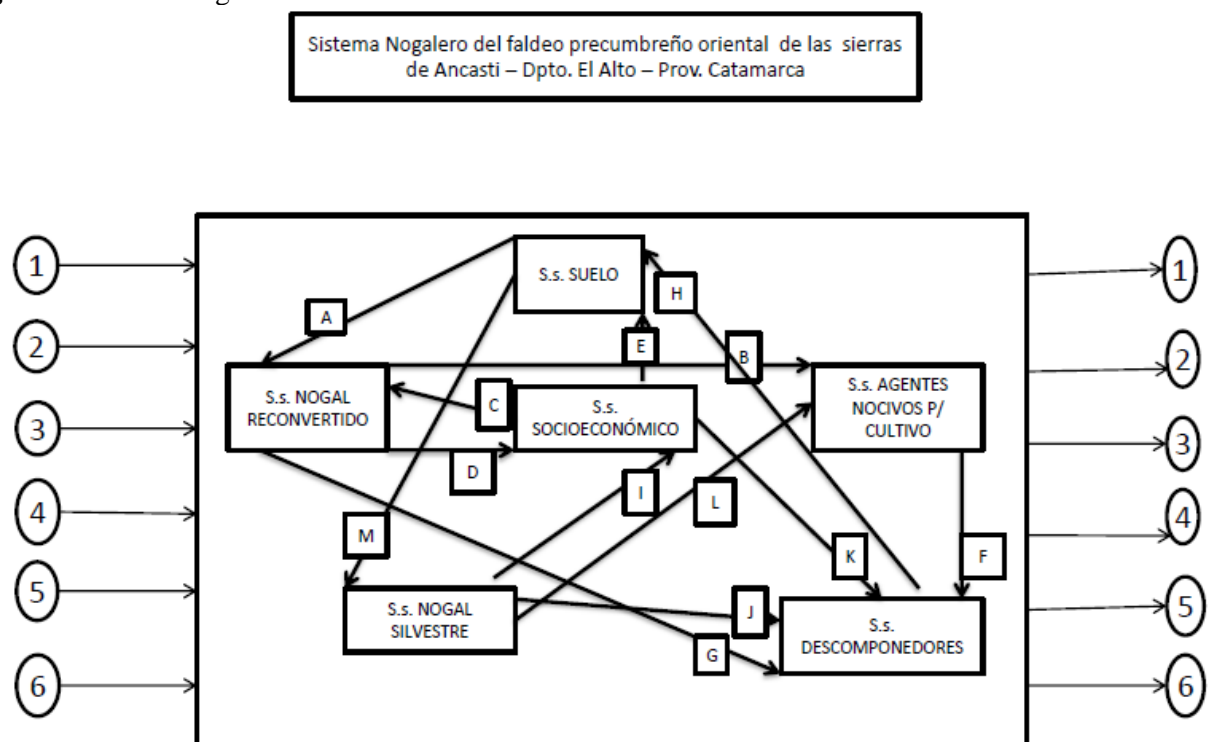
*Sentido de pertenencia a la actividad:* se mide cuan identificado se siente con lo que hace y su relación con otros productores. Participación en actividades gremiales: no está asociado a ningún gremio de productores: 0; no está asociado pero participa al menos de una reunión anual de productores: 1; está asociado y participa en más de una reunión por año: 2; está asociado y participa activamente en la vida del gremio: 3.

*Asistencia a charlas, jornadas, congresos, etc. de actualización técnica:* nunca: 0; asiste al menos al 10 % de las jornadas que se realizan en la provincia: 1; asiste al menos al 40% de las jornadas: 2; asiste a todos los eventos de la provincia y alguno nacional: 3.

**RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

**1. ATRIBUTOS DEL SISTEMA**

**Figura 1:** Sistema nogalero estudiado



*Propósito:* producir y comercializar nuez de variedades californianas.

*Límite:* límite físico del predio, el cerramiento perimetral.

*Subsistemas presentes:*

Subsistema Suelo

Subsistema de Agentes Nocivos para el Cultivo y/o sus frutos (insectos, bacterias, hongos)

Subsistemas Descomponedores

Subsistema Monte Silvestre (especie dominante arbórea *Juglans australis*, aporta los porta injertos)

Subsistema Nogal Cultivado (sobre el monte natural se han injertado 2500 plantas con variedades californianas)

Subsistema Socioeconómico (el productor y su grupo familiar)

*Entradas:*

1: Energía química como combustible fósil, energía solar

2: Agroquímicos (insecticidas y fungicidas)

3: Dinero en efectivo por venta de producto

4: Agua de lluvia

5: Plagas y enfermedades

6: Información

*Relaciones (números rojos):*

Las flechas indican el sentido de la circulación de la materia, la letra que la referencia se encuentra arriba o a la derecha de la misma.

**A:** S.S. Suelo → S.S. Nogal Cultivado: El suelo aporta el sustrato y los nutrientes a las plantas. Funciona como “intermediario” de los fertilizantes que se agregan a las plantas desde el S.S. Socioeconómico.

**B:** S.S. Nogal Cultivado → S.S. Agentes Nocivos: el monte cultivado es hospedero de los patógenos, estos toman del cultivo, alimento y hábitat.

**C:** S.S. Socioeconómico → S.S. Nogal Cultivado: se aplican fertilizantes foliares, plaguicidas (el cultivo es “intermediario”) para el control de los patógenos, y prácticas culturales.

**D:** S.S. Nogal Cultivado → S.S. Socioeconómico: le entrega la producción al grupo familiar encargado de la gestión del Sistema.

**F:** S.S. Agentes Nocivos para el cultivo → S.S. Descomponedores: los agentes nocivos al finalizar su vida son procesados por los integrantes de este Subsistema.

**G:** S.S. Nogal Cultivado → S.S. Descomponedores: todos los residuos de la fisiología del cultivo, hojas, corteza, raíces, etc.

**H:** S.S. Descomponedores → S.S. Suelo: luego de las transformaciones bio físico químicas los detritos se integran lentamente al suelo.

**I:** S.S. Monte Silvestre → S.S. Socioeconómico: Le aporta el material utilizado como portainjertos.

**J:** S.S. Monte Silvestre → S.S. Descomponedores: Ídem **G**.

**K:** S.S. Socioeconómico → S.S. Descomponedores: los restos de todos los procesos domésticos, mas los residuos del procesamiento del fruto previo a su venta.

**L:** S.S. Monte Silvestre → S.S. Agentes Nocivos para el Cultivo: Ídem **B**.

**M:** S.S. Suelo → S.S. Monte Silvestre: Ídem **A**.

**E → es la descarga de energía del sistema al entorno**

*Salidas (números azules):*

- 1: Dinero en efectivo para compra de insumos
- 2: Plagas y enfermedades
- 3: Productos: nuez en cáscara y pulpa
- 4: Nutrientes, formando parte de la producción
- 5: Información
- 6: Contaminantes diversos: envases y residuos tóxicos que se juntan y se entregan a la empresa proveedora de agroquímicos

## 2. DIMENSIONES Y COMPONENTES

**Tabla 1:** Dimensiones de análisis, sus componentes y los valores obtenidos

Dimensión	Categoría de Análisis	Descriptor	Índices/Indicadores	Valoración obtenida	Promedio
<i>Ecológica</i>	Suelo	Cobertura Vegetal	Porcentaje del suelo cubierto	3	2,7
		Relieve de las áreas antropizadas	Pendientes superiores al 5 %	2	
	Biodiversidad	Superficie antropizada	Porcentaje del monte natural reconvertido	3	
<i>Económica</i>	Flujo de Fondos	Distribución del ingreso	Porcentaje del ingreso destinado al ciclo siguiente	3	1,7
	Localización	Accesibilidad	Estado del acceso al predio en momentos críticos	1	
	Insumos principales	Origen de los insumos	Porcentaje de la producción que depende de insumos externos	1	
<i>Sociocultural</i>	Visión del productor (y su familia) del sistema	Satisfacción del productor	Porcentaje del tiempo disponible que dedica a la gestión del sistema	3	2
	Conciencia productiva	Sentido de pertenencia a la actividad	Participación en entidades gremiales de la actividad	0	
			Asistencia a capacitaciones técnicas sobre la actividad	3	
<b>PROMEDIO GENERAL</b>					<b>2,13</b>

En todos los casos se asignó la misma importancia relativa a cada indicador, por ello no se ponderaron, se les concedió el valor absoluto. El *umbral mínimo de sustentabilidad* se estableció en **2,3**, valor alto debido a la fragilidad del sistema. La escala de 0 a 3 tiene menos detalle que una de rango más amplio, pero se estableció así por la heterogeneidad física del sistema. El promedio de 2,13 puede tomarse como un índice de la sustentabilidad general del sistema.

Los valores en la dimensión ecológica se deben a que el Sistema productivo se encuentra en una zona físicamente muy frágil, pendientes acentuadas, escasa o nula profundidad del suelo; la zona

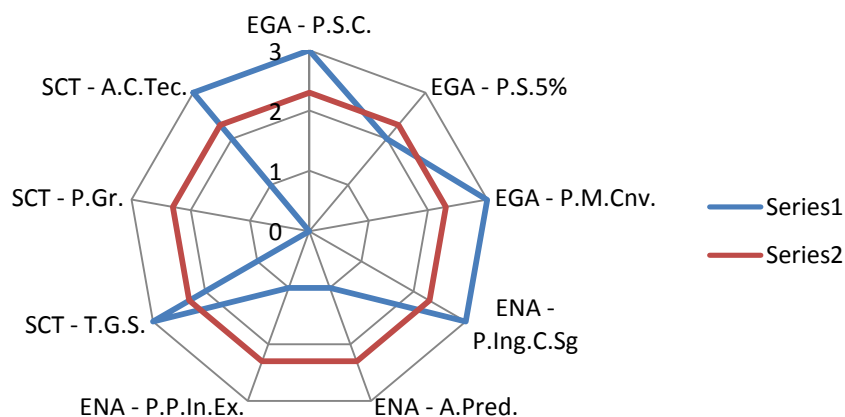


antropizada está estabilizada con los montes de nogal y un estrato herbáceo multiflora de gramíneas y latifoliadas que hay que mantener a los efectos de evitar erosiones y aludes que ocurren en estos faldeos provocados por la quema que desprotege al suelo. Por otra parte, cualquier arrastre de materiales sólidos afectará directamente la cuenca del río Albigasta; además en la flora natural se observaron ejemplares de hierbas con propiedades curativas que deben ser cuidadosamente resguardadas del trabajo cotidiano. También es muy importante que la reconversión se realice paulatinamente y siempre respetando la protección del suelo porque que hasta que la copa comercial cubra el espacio dejado por la silvestre pasan al menos 4 verdes con el riesgo que eso implica. Los valores estimados toman estas variables como muy importantes en la evaluación de esta dimensión.

En la dimensión económica se consideraron estos indicadores antes que la rentabilidad propiamente dicha porque faltan al menos 8 años para que la producción de las variedades comerciales se estabilice, por ello se valora el compromiso que tiene el propietario y su grupo familiar con la gestión del sistema y el sistema propiamente dicho a través de la asignación de los ingresos extraprediales. La accesibilidad es importante por la ubicación del predio, para llegar a la tranquera se deben recorrer 50 km de camino sinuoso de tierra hacia el este desde la ruta asfaltada provincial N°2, en condiciones óptimas climáticas se tarda en llegar una hora en vehículo 4X4. Se midió también el porcentaje de la producción que depende de insumos externos porque cuanto menor sea esa dependencia le permitirá al productor asegurar su cosecha en un porcentaje inverso a la misma.

El productor reside a 120 Km del campo, tiene actividades extraprediales como principal fuente de ingresos, compró el campo en el año 2005 pensando en una producción alternativa y decidió reconvertir el monte nogalero natural en variedades de interés comercial. Las variables socioculturales que se consideraron son necesarias para medir la sustentabilidad del sistema, el tiempo libre que el productor le dedica al sistema; la agremiación se consideró importante por el tipo de cultivo que es nuevo para el productor, por el intercambio de experiencias e información que se realizan en este tipo de asociaciones, y por esto mismo se vuelve imprescindible que el productor asista a capacitaciones, jornadas, congresos, etc.

**Figura 2:** Gráfico del análisis de sustentabilidad. “Series1”: valores obtenidos de cada variable. “Series2”: umbral de sustentabilidad del sistema. EGA: dimensión ecológica. P.S.C.: porcentaje de suelo cubierto. P.S. 5%: porcentaje de suelo con pendientes superiores al 5%. P.M.Conv.: porcentaje de monte natural convertido. ENA: dimensión económica. P.Ing.C.Sg.: porcentaje del ingreso predial destinado al ciclo siguiente. A.Pred.: accesibilidad al predio en etapas críticas para el cultivo. P.P.In.Ex.: porcentaje de la producción que depende de los insumos externos. SCT: dimensión sociocultural. T.G.S: tiempo destinado a la gestión del sistema; P.Gr.: participación gremial; A.C.Tec.: asistencia a capacitaciones técnicas.



### 3. PUNTOS CRÍTICOS

Al ser el sistema analizado único en la zona, no se puede comparar con otros sistemas en la región, por ello deben tenerse en cuenta solamente al sistema y sus relaciones con entorno físico-ambiental para evaluar la sustentabilidad. Asimismo la mayoría de la producción nogalera se encuentra ubicada en la región oeste de la provincia por eso le resulta complejo relacionarse con otros productores de manera gremial; y es un participante activo de las jornadas referidas al sector que se hacen en la provincia y provincias cercanas. Esta metodología resulta sumamente apropiada tanto para la investigación como para la asistencia técnica al productor, porque es fácilmente entendible y aplicable por él para acercarse al concepto de sustentabilidad.

Desde el punto de vista ambiental, la topografía es un punto crítico del sistema, ya que el monte natural se ubica en las laderas protegidas de la insolación y por las que el agua circula con mayor facilidad, por lo que se deberá tener especial cuidado en el tránsito por esas zonas para evitar "crear" pequeños canales de circulación de agua que puedan transformarse en cárcavas. Para subsanar esto, se puede establecer al pie de cada planta injertada o a injertar, a la altura del vuelo de la copa o un poco más amplia, una estructura semicircular cortando la pendiente, utilizando el material rocoso abundantemente presente a los efectos de establecer en primer lugar un reservorio de agua para la planta y de ese modo disminuir la exploración superficial de las raíces que abarcan varios metros de exploración a la vuelta facilitando un anclaje en profundidad. Por otra parte fijar los caminos de tránsito cortando las pendientes evitando facilitar la escorrentía superficial del agua de lluvia; respetar las clausuras naturales donde se presenta la más alta biodiversidad evitando el tránsito frecuente.

### CONCLUSIÓN

La actividad descripta sistémicamente es una alternativa productiva válida para ecosistemas frágiles en los que el ambiente presiona provocando tensión en los componentes de tal manera que ante el menor descuido en su gestión, el sistema tienda a colapsar.

Se recomienda como forma de explotación en la que los tiempos de la naturaleza se respetan encausándolos hacia una producción del tipo no esquilme de los recursos.

## BIBLIOGRAFÍA

- Abbona E., Sarandón S.J., Marasas M.E. 2000. Aplicación del enfoque sistémico para la comparación de dos agroecosistemas (viñedos) en Berisso, Argentina, Revista, Revista Brasileira de Agroecología 1 (1): 1433 – 1436.
- Altieri M.A. 1998. Agroecología. Bases científicas de la agricultura alternativa. Cetal – Chile, Imp. Ed. Interamericana.
- Sarandón S. J. 2002. El agroecosistema: un sistema natural modificado. Modificado del capítulo del libro: Agroecología: El camino para una agricultura sustentable. S.J. Sarandón (Editor), Ediciones Científicas Argentinas, La Plata, Argentina.
- Sarandón S.J. 2010. Apuntes de clases “Curso de Agroecología”. Catamarca.

### 3.8- USO DEL ÍNDICE QBR (CALIDAD DE BOSQUE DE RIBERA) COMO INDICADOR DEL RIESGO DE INUNDACIÓN EN LA CUENCA DISTAL DEL RÍO GASTONA. PROVINCIA DE TUCUMÁN. REPÚBLICA ARGENTINA.

**Rubén I. Fernández**<sup>1</sup>

(1) Instituto de Riesgo Geológico y Sistematización Territorial (IRGYST). Facultad de Ciencias Naturales e Instituto Miguel Lillo (UNT). S. E. M. A. Avenida Brígido Terán N° 650 (T4000HT) San Miguel de Tucumán. [ruifernandez73@yahoo.com](mailto:ruifernandez73@yahoo.com)

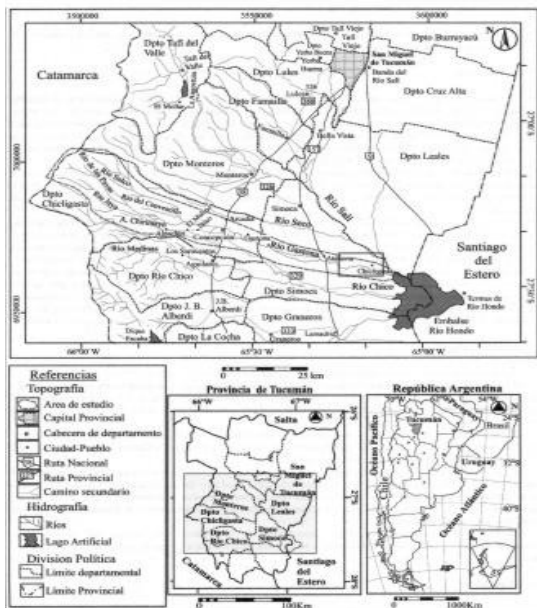
## RESUMEN

La cuenca del Río Gastona, se ubica en el sur de la provincia de Tucumán y ocupa parcialmente los departamentos de Chicligasta al oeste y Simoca al este. Nuestro estudio comprende una delgada faja que se extiende desde 7 km al este del cruce con ruta Nacional N° 157 a la altura de la localidad de Ampata, pasando por Villa Chicligasta, hasta el paraje denominado La Junta (donde el Río Gastona vierte sus aguas en el río Salí). Así se calculó en Índice QBR (Calidad de Ecosistema de Ribera) en base a 10 transectas de 50 m de longitud sobre cada orilla de acuerdo a la accesibilidad y la importancia de la vegetación riparia presente. El uso de ésta metodología complementa otros análisis previos de Riesgos Naturales y de EIA, que en su mayoría no realizan previsiones para una futura gestión hídrica, como el caso de inundaciones y/o aluviones con pérdida del bosque de ribera. Es notable la coincidencia cartográfica de mala calidad riparia en las orillas del río donde fueron objeto de pasadas inundaciones y potenciales desbordes en el futuro. Se proponen algunas soluciones para la restauración ecológica del hábitat ripario en el marco de las nuevas leyes provinciales de bosques y bienes inundables.

## INTRODUCCION

Este trabajo forma parte de investigaciones del Programa de Estudio de Cuenas Hídricas del sur de la provincia de Tucumán (PECHT), que realiza el Instituto de Riesgo Geológico y Sistematización Territorial (IRGYST) de la Facultad de Ciencias Naturales e Instituto Miguel Lillo de la (UNT) y la Secretaria de Estado de Medio Ambiente (S. E. M. A.) desde el año 2008. La cuenca del Río Gastona (Fig.1), se ubica en el sur de la provincia de Tucumán en los departamentos Chicligasta (oeste) y Simoca al Este. Es el colector principal de una cuenca hidrográfica que abarca una superficie aproximada de 1.000 Km<sup>2</sup> y pertenece a la Cuenca de Río Salí-Dulce o Cuenca N°86o del S.S.R.H. (Giraut *et al* 2007, Fernández, *et al* 2012). El área de estudio se ubica entre las poblaciones de Ampata (7 km al este de la ruta provincial N° 157) y La Junta (al Este) (Figs.1-2).

Fig.1: Croquis de Ubicación



Area Estudiada Tomado de Busnelli (2009)

Fig.1. Croquis de Ubicación

Se accede a la misma por Ruta Provincial N° 328, que conecta ambas localidades distantes entre sí a 10 km. Equidistante por la misma ruta se ubica la población de Villa Chicligasta, la más castigada por inundaciones históricas (1997-2007); con un poco más de 2000 habitantes dispersos entre su área urbana y rural. La zona estudiada está comprendida en la denominada Área Distal de la cuenca del río Gastona (García, 2005) o Planicie Interfluvial (Guido *et al*, 2003). Autores como Zuccardi y Fadda (1972) la ubican en la denominada Subregión de Llanura Deprimida Salina u Oriental (SLLDS). Recientes trabajos de Fernández (2001, 2005) la denominan como: Zona 5 = Macizo Rocosos Sin Cohesión. También es denominada, "Llanura Aluvial" por Sayago *et al* (1998), y considerando para el área una morfogénesis fluvial. Esta zona distal se origina por acción morfodinámica de numerosos ríos con nacientes en la vertiente oriental de cordones

montañosos occidentales (Sistema del Aconquija) que migraron sobre la llanura por influencia neotectónica (Fernández, 2005, 2010, 2011, García, 2005 y Busnelli, 2009). Su mayor superficie se halla afectada en casi toda su extensión en forma moderada a severa por salinidad y sodicidad del suelo; por influencia de la capa freática (muy cercana a la superficie) en casi todo el año. Ello origina una dinámica fluvio-construccional, representada por formas actuales y paleoformas de divagación fluvial tales como: paleocauces, meandros abandonados, lagunas semilunares, pantanos fluviales e interfluviales (humedales) y planos de anegamiento estacional. Esto es más frecuente en los ríos del sur de la provincia que desembocan en el Dique El Frontal, (García Salemi, 1995, Sayago *et al*, 1998, Fernández, 2005) Litológicamente está compuesta por depósitos de loess retrabajado en planos interfluviales a fluvio-eólicos (sujetos a erosión hídrica y eólica), limos, arenas medianas, gruesas y gravas fluviales (en paleocauces y cauces actuales); que son susceptibles de anegamientos estacionales e inundaciones, estudiados por (Fernández, 2005, García, 2005 y Busnelli, 2009). También se destacan planos deprimidos y anegables (en medio de suaves ondulaciones) que se caracterizan por limos palustres y arcillas, con procesos de inundación y flujos torrenciales (Guido *et al*, 2003, Busnelli, 2009, Fernández *et al*, 2012). Aquí la calidad del agua de la freática disminuye con la reducción de las precipitaciones anuales, debido a su salinidad y alcalinidad. Así a partir de la Isoyeta de 700 mm hacia el este, todas las áreas con capa freática próxima a la superficie (bajos) presentan problemas derivados por mala calidad del agua, (García, 2005, Sayago *et al*, 1998, Fernández, 2005, 2010). Otro factor a tener en cuenta es la presencia de aguas subterráneas con Arsénico con 0,020 mg/l a más de 70 metros de profundidad y con tendencia a incrementarse hacia el sur; ya que la mayoría de los pobladores utilizan pozos artesianos poco profundos, 6-30 mts. (García, 2005). Además se ha constatado que existen valores de "Riesgo Sísmico Intenso" (Fernández, 2005).

### APLICACIÓN DE UN ÍNDICE COMBINADO BIO-GEOECOLÓGICO: ÍNDICE QBR

Actualmente se proponen diversos índices como medida de la calidad de los ecosistemas acuáticos, para establecer el estado ecológico integral del sistema estudiado, e incluyendo datos sobre las

características físico-químicas del agua, las comunidades biológicas que viven en ella y la situación de las riberas (U. E.,2000).Munné *et al* (1998,2002) demuestran que los componentes biológicos son los elementos clave para la calificación del estado ecológico (o de salud) de un ecosistema de ribera (o ripario)(Sirombra y Fernández, 2005,Fernández, 2003,2009, 2010).

Las riberas son una parte esencial de los ecosistemas fluviales. Representan una zona de ecotono o transición entre el medio acuático, de caudales circulantes y el medio terrestre de las inmediaciones del río, recibiendo la influencia hidrológica de ambos; al constituir un espacio compartido en el ciclo del agua, de los sedimentos y de los nutrientes (González del Tánago, *et al* 2006).Así de acuerdo con las propuestas efectuadas por la Comunidad Económica Europea CEE-COM (1997),sobre la calidad de ecosistemas ribereños; Munné *et al* (1998,2002) elaboraron el Índice QBR (Qualitat de Bosc de Riber-en Catalán-),que tiene por objetivos simplificar estudios complejos y costosos que aumentan considerablemente el número de variables para la medición de calidad y biodiversidad. Como herramienta de trabajo, es un Índice rápido para evaluación de los Ecosistemas de Ribera, y tiene como ventajas:1)Puede ser fácil y rápidamente calculado en el campo y 2)También puede ser usado junto con indicadores biológicos de calidad de las aguas, para la determinación del estado ecológico de los ríos. Los atributos que Pondera son:1)cobertura de la vegetación de ribera,2)estructura o grado de madurez de la vegetación,3)complejidad y naturalidad de la vegetación,4)grado de alteración del canal fluvial. Además el índice se usa para establecer el estado ecológico del sistema estudiado e incluye datos sobre: a)Características Físico-Químicas del agua, b)Las comunidades biológicas que viven en ella y c)La situación de las riberas. Así el trabajo de Munné *et al* (1998-2002) demuestra de acuerdo a numerosos estudios científicos que el entorno inmediato del río, que incluye la zona de crecidas extraordinarias y las terrazas aluviales, es un elemento clave en el funcionamiento del ecosistema fluvial y aporta la información necesaria del estado de salud del bosque ribereño (Fernández,2010,2011).Así en función del diseño original del índice Q.B.R, tratamos de visualizar si las variables que integran los cuatro apartados del mismo, requieren algún tipo de ajuste que contribuya a reflejar de manera óptima la situación ambiental de las riberas de cursos de agua locales. Debe tenerse en cuenta que este índice fue diseñado originalmente para cursos de agua europeos bajo clima mediterráneo y que el sistema de llanura distal del Río Gastona adaptado para el presente trabajo responde a un clima árido a semiárido (Bshaw) de la Clasificación de Koppen (1948) con isoyetas anuales entre 600 y 650mm;(Busnelli, 2009, Fernández *et al* ,2012). El uso del índice QBR como indicador de riesgo de inundaciones se usó anteriormente en nuestra provincia en trabajos de Fernández (2010,2011).

## MATERIALES Y METODOS

Los relevamientos se realizaron en tramos del Río Gastona (Fig.2) entre Ampata y La Junta (pasando por Villa Chicligasta y La Florida), mediante la utilización de 10 transectas. Como no se realizó muestreo botánico, para la separación de los sectores estudiados se tuvo en cuenta el grado de alteración observado en el hábitat ripario en general. En cada transecta se relevaron margen derecha e izquierda, mediante el uso de estaciones numeradas con estacas y georeferenciadas con GPS. En cada una se describieron características indicadas en el método original, mediante la utilización de planillas de campo confeccionadas a tales efectos (Munné *et al* ,1998, 2002). Así para establecer el largo conveniente de la transecta a utilizar, se tomó como referencia, el valor de 50 metros que sugieren los autores del índice para arroyos o ríos pequeños (Muneé *et al*,1998, 2002, Fernández,2011 y Sirombra,2012).En ambas márgenes se registran las siguientes datos: Geomorfología hídrica, composición florística, número de individuos por especie, especies exóticas

de árboles y arbustos, alteraciones físicas observadas en el cauce y en la ribera (extracción de áridos, erosión, obras de defensa), tipo de contaminantes (residuos sólidos orgánicos, vertido de efluentes (cloacales, industriales), plantaciones forestales de especies exóticas, tipo de conexión entre el ecosistema de ribera y el ecosistema adyacente, presencia o indicios de presencia de animales domésticos (ganado vacuno etc.). Así se identificaron las para la zona estudiada especies de árboles y de arbustos presentes en la ribera, en cinco sectores (Tabla N° II); englobando cada uno, un número de transectas estudiadas. De acuerdo a Sirombra y Neder (2004) y Busnelli (2009) se pudieron dividir las comunidades vegetales encontradas en dos unidades: a) Llanura Aluvial y b) Bosque Chaqueño (Degradado).

La primera (a) abarca la Llanura Aluvial definida por Sayago *et al* (1998) y muestra en los niveles de terrazas fluviales comunidades de Algarrobos (*Prosopis sp*), tunas (*Opuntia sp*), Garabatos (*Acacia furcata*), pastizales de "aibe" (*Festuca hieronymi*) y aislados ejemplares de sauces y chañares. El bosque ripario original, ha dejado su lugar a grandes superficies con caña de azúcar (anteriormente cultivadas con maíz, sorgo y soja). Esto produjo gran asimetría en la vegetación de las márgenes izquierda (norte) casi totalmente desmontada y derecha (sur) del río Gastona, con algunos remanentes de éstas comunidades. Al este de Ampata, el río tiene un diseño anastomosado con extensas islas o albardones que en épocas determinadas del año, colonizan con comunidades vegetales: *Cyperaceae*, *Juncaceae*, *Typhaceae* y *Salix humboldtiana*. Hacia el este y en alrededores de La Junta (Fig.2), pueden verse comunidades de "jumes" (*Saueda divaricata*) que indican áreas salinizadas y cantidad de sodio intercambiable (Sirombra y Neder, 2004, Busnelli, 2009).

b) Bosque Chaqueño (Degradado): Es un bosque xerófito con predominio de vegetación arbustiva espinosa. Se desarrolla en suelos aluvionales poco profundos con escaso declive y con influencia salina en aumento. Predominan las gramíneas duras alternadas con arbustos como el Tala (*Celtis espinosa*), Tusca (*Acacia aroma*), Tunas (*Opuntias*) y Cardón (*Cereus sp*). Entre las especies arbóreas se reconocen: Quebracho blanco (*Aspidosperma quebracho blanco*), Algarrobo blanco (*Prosopis alba Griseb*), Algarrobo negro (*Prosopis nigra hieron*), Mistol (*Ziziphus mistol Griseb*), Guayacán (*Coesalpinia paraguayenses*); Garabato (*Academia proecox*); etc. El recubrimiento de la vegetación de ribera (se indica como valor de cobertura), para cada margen, fue estimado en forma subjetiva, en función del porcentaje que ocupa la misma en relación a la transecta de 50 m. Este valor, que se toma a nivel de todas las especies presentes en la ribera, es importante ya que refleja la relación existente entre "calidad de la zona de ribera" y "cubierta vegetal" (Tabla II) Para determinar los valores de cobertura se tomó como base lo propuesto por Muneé *et al* (1998, 2002). En algunos casos se destaca la importancia local de una especie en particular considerando su % de cobertura respecto a la transecta, su área de copa o su número de individuos. Aunque este último valor no sea necesario para el cálculo del índice QBR, contribuye de manera importante para definir la fisonomía local de la vegetación de ribera. Para el caso de especies exóticas, se debe identificarlas, clasificarlas en árboles y arbustos y considerar su impacto en la estructura de la vegetación del sitio muestreado (Sirombra y Fernández, 2005).

**NIVELES O RANGOS DE CALIDAD DE RIBERA** (Fig.2-Tabla N° I)

QBR	CALIDAD	COLOR
≥ 95	Ribera sin alteraciones, estado natural	Azul
75 – 90	Ribera ligeramente perturbada, calidad buena	Verde
55 – 70	Inicio de alteración importante, calidad aceptable	Amarillo
30 – 50	Alteración fuerte, calidad mala	Naranja
0 – 25	Degradación extrema, calidad pésima	Rojo

Tabla I: Rango de Calidad Ecosistemas de Ribera.

La puntuación final permite establecer el grado de calidad del sistema de ribera comparándola con los niveles que se definen a continuación. Así Munné *et al* (1998,2002) distinguen cinco niveles de calidad representados por diferentes colores, que permiten indicar en el mapa los rangos de calidad de forma estándar (Tabla I) y en el futuro hacer comparaciones con otros lugares o constatar evolución en una misma estación geoeferenciada o punto de muestreo, frente a las distintas perturbaciones naturales (riadas) o por influencias antrópicas (Fernández,2003, 2010 y 2011).

**RESULTADOS OBTENIDOS Y DISCUSION**

Sabemos por referencias históricas que la calidad del ecosistema ripario entre Ampata y La Junta ha sido objeto de una importante degradación desde principios de siglo mediante la tala de especies arbóreas de gran valor económico y el avance agroindustrial con especies productivas como: maíz, sorgo, y recientemente caña de Azúcar, (Fernández,2010, 2011).Para el estudio del QBR se han definido en un tramo de 10km ,5(cinco) sectores y 10 transectas (Fig.2 y Tabla II).

El primer sector (Transectas:1-2)muestra una calidad aceptable (QBR= 60),el río tiene diseño meandriforme y pueden todavía observarse árboles de gran porte sobre ambas márgenes y la formación de pequeños bosquecillos sobre la margen derecha (ribera sur).Las alteraciones observadas son producidas por avance de la actividad agrícola sobre la margen izquierda. El riesgo de inundación es bajo por presentar altas barrancas, vegetación arbórea y arbustiva fuertemente enraizada y un grado de cobertura vegetal mayor al 40%(Fernández *et al*,2012).

El (Sector 2),entre transectas 2-3 nos indica una alteración fuerte y mala calidad del ecosistema ripario sobre la margen izquierda. Hay un trabajo de mayor calado de erosión sobre ésta última y existe una marcada asimetría con respecto a la margen derecha (con mayor desarrollo de la masa boscosa).Los valores de QBR= 45 muestran una desaparición de casi todo el arbolado de gran porte y aparición de especies colonizantes exóticas (ej. Eucaliptus);que no contribuyen a soportar el material terroso (limos-loess y arenas) provocando desmoronamientos en éstas barrancas. El riesgo de inundación es bajo a moderado con tendencia al ingreso de las aguas sobre la margen izquierda por tener barrancas mas bajas y sin protección vegetal.

Ello se explica por que se ha medido el grado de cobertura vegetal es de 30% y conectividad baja (20%).El sector 3 (entre transectas 3 y 8) nos muestra dos localidades (Villa Chicligasta y La Florida) sobre la margen izquierda del río Gastona; con alto riesgo de inundación (Fig.2-Tabla II).Este sector con bajísimo porcentaje de cobertura vegetal (20%) y escasa conectividad (menordel10%);muestra una degradación extrema y calidad pésima del sistema ripario, con ausencia casi total de árboles (en su margen izquierda) y predominio de secuencias arbustivas que no retienen nada de suelo y sedimentos ante los continuos procesos erosivos, produciendo desplomes en varios tramos de las barrancas de composición limo-loèssica y avance de las aguas reconocidas en dos inundaciones históricas (1997 y 2007).Sus valores de QBR= 20 ,sumado a la baja altura de las barrancas del norte

(1-1,50m), a la altura de la población urbana de Chicligasta; indican potencial peligro de inundación en éste sector por ausencia de obras de canalización y /o defensa en el río .El diseño anastomosado que presenta el río Gastona a partir del sector 2, forma islotes y albardones de varias decenas de metros de longitud y espesor que se han recostado mayoritariamente sobre la margen derecha del río; produciendo un calado de erosión mayor en la margen opuesta (Busnelli, 2009, Fernández *et al*, 2012). Es imperioso realizar tareas de limpieza y corrección , reencauzando el canal principal por el medio de la planicie aluvial y defender en forma urgente toda la línea de barrancas de la margen izquierda mediante el uso de gaviones, escolleras, etc. Es notable la coincidencia de bajos valores de QBR medidos en las transectas N° 5,6,7 y las zonas de mayor riesgo de inundación (históricamente conocidas) que se observan en éste sector (Fig.2). El mayor valor el riesgo de inundación se explica por la afectación de propiedades y vidas humanas en la zona urbana de Villa Chicligasta (su plaza principal se encuentra a menos de 500 m al norte del río) y en el Barrio La Florida , donde el cauce se acerca peligrosamente a la Ruta Provincial N° 328. Con respecto al Sector 4 (Barrio La Florida) entre Transectas 8 y 9, vemos que continúa la alteración del bosque ripario, pero cultivos y caseríos, son cada vez mas aislados. Esto permite recuperar en parte el ecosistema ripario y la formación de pequeños humedales sobre margen izquierda y paleocanales hacia la opuesta (Fernández *et al*, 2012). Los valores de cobertura vegetal (35%) y conectividad (25%), indican ésta recuperación del ecosistema ripario hacia el este. Los valores del QBR= 50 indican alteración fuerte y calidad mala; pero con la ventaja de tener un riesgo de inundación bajo a medio por la recuperación del bosque ripario y ausencia de superficies cultivadas y zonas urbanas (Fig.2-Tabla II). En el sector N°5 (Transectas 9-10) denominado La Junta, el río continúa con su diseño anastomosado pero con leve tendencia a recuperar su forma meandrante original (como se observa en las numerosas espiras y paleocanales sobre la margen derecha). En la planicie fluvial, se desarrollan numerosas islas de arena y albardones de varias decenas de metros, que se recuestan sobre ambas márgenes; y que han sido colonizados con especies exóticas e invasoras como (*Leucaena sp*, *salix sp*, etc.). También aquí se producen formaciones de paleocanales (sobre margen izquierda) que se activan en época estival y extensas superficies de humedales de varias hectáreas de superficie. Al no haber cultivos, ni urbanizaciones el ecosistema ripario tiene poca alteración; mostrando una franca recuperación de la cobertura vegetal (45%) y aumentando también sus valores de conectividad (40%) y QBR =65 (Tabla II). En nuestro país, los bosques de ribera están legalmente protegidos por el criterio N°5 de presupuestos mínimos de la Ley Nacional N° 26.331 de Ordenamiento Territorial de Bosques Nativos (Conectividad entre Ecorregiones ) o (Ley Bonasso) y por Ley de la Provincia de Tucumán N° 8.304 (que adhiere a la anterior) por medio del artículo N° 7. Además existe hace tiempo en la provincia La ley N° 7696 de Bienes en Zonas Inundables, que determina en su artículo N°2, cuatro áreas cartografiables por la autoridad de aplicación con las siguientes características: cauces naturales, usos y evacuación de crecidas, con riesgo de inundación y de forestación obligatoria. Estas dos últimas legislaciones no cuentan todavía a la fecha con reglamentación. Así de ésta forma, creemos que el objetivo perseguido por los autores (Munné *et al*, 1998, 2002) de elaborar un índice sencillo y de fácil aplicación para valorar la calidad de los sistemas ribereños; se ha cumplido para el caso estudiado. El poder usarlo en el estudio de la calidad ribereña del río Gastona en forma rápida y sencilla sin tener elevados conocimientos de taxonomía vegetal, ni de geología y otras ciencias conexas; favorece su uso por distintos profesionales. Su bajo costo, sin aparatos, ni sofisticados equipos, además de poder establecer estaciones fijas, para poder continuar observaciones y monitorear las inundaciones y aumento del nivel de agentes contaminantes; es otra de sus ventajas a lo largo del tiempo. Asimismo, ante un gran cúmulo de datos estadísticos, puede calcularse y usar cualquiera de los Software del mercado (Sirombra *et al*, 2008, Sirombra ,2012). Los resultados que obtuvimos hasta



ahora, indican que el uso del QBR en nuestros ríos, se generalizará y brindará excelentes posibilidades para el estudio y caracterización de nuestros ecosistemas ribereños. Esto nos permitirá contar con una base de datos importantísima para el diagnóstico geoambiental, riesgos de inundación evaluación ecosistémica y gestión ambiental de nuestros bosques de ribera.

## REFERENCIAS

- Busnelli, J. Evolución histórica, situación actual y perspectivas futuras del riesgo de inundación en la cuenca del río Gastona. Provincia de Tucumán. Argentina. *Tesis Doctoral (inédito)*. pp.650. Fac. de Ciencias Naturales e Instituto. Miguel Lillo (UNT). San Miguel de Tucumán, 2009.
- CEE-COM Nº49: Propuesta de Directiva al Consejo por el que se establece un Marco Comunitario en el ámbito de una Política de aguas *CCE, Final: 73* pp. España. 1997-2000.
- Fernández, R. I. Aplicación del Índice QBR para la EIA del Proyecto de Embalse Potrero de Las Tablas, Dpto. Lules, Provincia de Tucumán, Argentina. *I Jornadas. SEOP. Publ. CD. S. M de Tucumán*. Argentina. 2003.
- Fernández, R. I. Aportes al Mapa de Riesgo Geoambiental de la Provincia de Tucumán. Argentina. *Publ. Esp. Subsecretaría de Recursos Hídricos, Energéticos y Pol. Amb.* Gob. de la Provincia de Tucumán. pp.80. S. M. De Tucumán. Argentina. 2005.
- Fernández, R. I. Aplicación del índice QBR para evaluación del impacto ambiental de la nueva traza del canal Yerba Buena. Provincia de Tucumán. República Argentina. *V Jornadas de Ciencia y Tecnología de Facultades de Ingeniería del NOA*. UNSa. Salta. 2009.
- Fernández, R.I. Uso del índice "QBR" para evaluación del Riesgo Geoambiental del Tramo sur del Arroyo El Tejar. Departamento Monteros. Provincia de Tucumán. República Argentina. pp.419. *V Congreso Iberoamericano de Ambiente y Calidad de Vida. CIACVi. Línea Científica*. San Fernando del Valle de Catamarca. 2010.
- Fernández, R.I. Estudio de riesgo ambiental mediante la aplicación de un índice biológico de calidad de Ecosistema ribereño (QBR) en el río Matzambi, provincia de Tucumán. República Argentina. *VIII Jornadas agro. PIEA. CIEA. Fac. Ccias. Econ.(UBA)*. Publ. CD. Buenos Aires. 2011.
- Fernandez, R.I., Suárez, J. & Almada G. Informe Geoambiental del área de Villa Chicligasta y alrededores, Dpto. Simoca. Provincia de Tucumán (*Inf. Inédito*). SEMA. pp.20. S.M. de Tucumán. 2012.
- García, J. W. Hidrogeología de la Cuenca del río Gastona, Departamento Chicligasta, Provincia de Tucumán. República Argentina. *Tesis Doctoral (Inédito)* pp.560. Facultad de Ciencias Naturales e Inst. M. Lillo (UNT). Argentina, 2005.
- García Salemi, M.A. Marcha de las crecientes en la provincia de Tucumán. República Argentina. Periodo 1977-1985. *Boletín Geindustrial* Nº 4-5: 14-21. Univ. del Norte Santo Tomás de Aquino (UNSTA). San Miguel de Tucumán. 1995.
- González del Tánago, M., García de Jalón, G., Lara, F., & Garilleti, R. Índice R. Q. I para valoración de las riberas fluviales en el contexto de la directiva del marco de agua. *Ingeniería Civil* 143: 97-108. España. 2006.
- Guido, E., Sesma, P. & Sabatè, S. Las unidades morfo-genéticas y los riesgos geológicos en el Departamento Simoca (Tucumán). *Actas II Congr. Arg. de Cuaternario y Geomorfología*: 283-292. San Miguel de Tucumán, 2003.
- Koppen, W. Climatología. *Fondo de Cultura Económica*. pp.478. México. 1948.
- Munné, A. Solá, C. & N. Prat QBR: Un índice rápido para la evaluación de la calidad de los ecosistemas de ribera. *Tecnología del agua* 175: 20-37. Barcelona. España. 1998.
- Munné, A.; Prat, N.; Sola, C.A.; Bonada, N.; & Rieradevall M. A simple field method for assessing the ecological quality of riparian habitat in rivers and streams: QBR index. *Aquatic Conserv: Mar. Freshw. Ecosyst. Published on line in Wiley InterScience*. USA. 2002.

- Sayago, J.M.; Collantes, M. & Toledo, M. Geomorfología. En Geología de Tucumán. *Publ. Espec. Col. Grad. Cs. Geol. Tuc.* 241–258. M. Gianfrancisco, M. Puchulu, J. Durango de Cabrera & G. F. Aceñolaza (Eds.). S. M. Tucumán. 1998.
- Sirombra, M. G. Diagnóstico y propuestas de Gestión ambiental sobre la base del estudio de calidad de ecosistemas ribereños en un sector del piedemonte oriental de la Sierra de San Javier, Provincia de Tucumán. Argentina. *Tesis Doctoral (Inédito)*. pp.650. Facultad de Ciencias Naturales e Instituto Miguel Lillo (UNT). Tucumán, 2012.
- Sirombra, M.G. & Neder, L. Mapa de vegetación-Usos del suelo. Descripción y consideraciones ecológicas de las comunidades vegetales. *Carta de líneas de base ambiental. Hoja 2766-IV "Concepción"* pp.116. Secretaría de Minería de la Nación. SEGEMAR-IGRM. Buenos Aires. 2004.
- Sirombra, M. G. & Fernández, R. I. Factibilidad de aplicación de un índice biótico para evaluar la calidad ecológica del hábitat ripario de un arroyo subtropical de montaña. Tafí Viejo, Tucumán, Argentina. *Boletín Geoambiental*, N° 3: IRGYST-FCN IML (UNT):20-44. 2005.
- Sirombra, M. G.; Grimolizzi, O. & Frenzel, A. M. Software para evaluación y monitoreo de la calidad ecológica del ecotono ripario de cursos de agua. *Boletín Geoambiental* N° 5: 16-25. IRGYST-FCN-IML (UNT): S. M. de Tucumán. 2008.
- Zuccardi, R. & Fadda, G. Mapa de reconocimiento de suelos de la provincia de Tucumán. *Publ. Esp. N°3*. Facultad de Agronomía y Zootecnia. Univ. Nac. de Tucumán (UNT). 1972.

Tabla II: Calidad Riparia (QBR) y Riesgo de Inundación					
Sector	Transectas Localidad	Puntuación QBR	Calidad Riparia	Color	Riesgo de Inundación
1	1-2: Ampata	60	Inicio de Alteración Importante, Calidad Aceptable. CV= 40% y C= 30%	Amarillo	BRI
2	2-3: Ampata	45	Alteración Fuerte, calidad mala, CV= 30% y C= 20%	Naranja	BMRI
3	3-8: Villa Chicligasta	20	Degradación extrema, calidad pésima CV= 20% y C≤ 10%	Rojo	ARI
4	8-9: La Florida	50	Alteración Fuerte, calidad mala CV= 35% y C= 25%	Naranja	BMRI
5	9-10: La Junta	65	Inicio de Alteración Importante, Calidad Aceptable CV= 45% y C= 40%	Amarillo	BRI

BRI: Bajo Riesgo de Inundación, BMRI: Bajo a Moderado riesgo de inundación, ARI: Alto Riesgo de inundación. CV= Cobertura Vegetal y C= Conectividad



Fig.2: Ubicación de Transectas y sectores estudiados con el Índice QBR

### 3.9- ALGUNOS PROBLEMAS PUNTUALES EN EL VALLE ANTINACO-LOS COLORADOS DEL RECURSO HÍDRICO. CONSUMO HUMANO Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL

**Miguel A. Jaular**

Perú 868 B°Paiman Sur Chilecito (La Rioja)

#### DESCRIPCIÓN SINTÉTICA DE LA CUENCA

Desde el punto de vista de los recursos hídricos y sus posibilidades de aprovechamiento, constituye esta región la de mejores perspectivas de la Pcia., encontrándose en una etapa de franco desarrollo, pero en la actualidad con algunos inconvenientes. Abarca la totalidad del Departamento Chilecito y parte de los de Famatina e Independencia.

El Valle Antinaco - Los Colorados, controla el avenamiento de la vertiente occidental de la Sierra del Velazco y de la vertiente oriental de las Sierras de Famatina, Sañogasta y Vilgo. La red de avenamiento de la Sierra del Velazco es poco desarrollada por cursos cortos y de fuerte pendiente, en contraste con la proveniente del oeste del Valle, la cual es de gran amplitud y mucho más perfeccionada en la evolución de su desarrollo natural.

En los últimos 5 años, a mi criterio, se produce una sobreexplotación de bombeo subterráneo produciendo un descenso de los niveles piezométricos en la región al sur del departamento Chilecito, en la localidad de Vichigasta, lo que indujo al estado provincial a suspender la realización de nuevas perforaciones en la región mencionada.

#### PROBLEMAS DETECTADOS

1-¿Los controles del recurso son suficientes, idóneos y necesarios?

El problema de la escasez es cada vez más acuciante, siendo el estado Provincial el encargado en garantizar calidad y cantidad del recurso para consumo humano y de riego (Ley Código de Aguas N°4295). La pregunta es: ¿Se está controlando periódicamente el recurso en calidad y cantidad como la Ley ordena?.

Es necesario dejar establecido que numerosas localidades del Dpto. Chilecito, consumen agua subterránea en forma dual (para consumo humano y de riego) derivadas a los diferentes estanques y cisternas para su posterior distribución. Dicha administración en el caso del agua potable, la realiza según corresponda, Aguas de La Rioja, Consorcios de Agua, Centros vecinales, etc.

En cuanto al recurso de agua para riego, es imprescindible la explotación subterránea. En dicho valle, se registran más de 1000 Perforaciones, los cuales cuentan con diferente aptitud hidrológica y química. De dichas perforaciones, solo funcionan actualmente (año 2012) el 60% de las mismas.

2-Contaminación posible del recurso subterráneo

Al sur del departamento Chilecito, en la región de la localidad de Vichigasta se desarrollan varios emprendimientos agrícolas privados y también minifundios históricos, supervisados por el estado.

A finalizar el año 2011 y comienzos del 2012, el Estado Provincial mediante Decreto suspende la realización de nuevas Perforaciones en la región debido al descenso de los niveles freáticos en la región.

El autor, propone para la localidad de Vichigasta, de 3000 habitantes, carentes de cloacas y saneamiento ambiental, el Ordenamiento Territorial en Power Point.

## Bosquejo del territorio: situación actual



### 3.10- CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA DEL ARROYO POTRERO GRANDE

**José A. Medina, María del Carmen Visich**

*Facultad de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Salta*

**abjomedina@yahoo.com.ar, mcvisich@hotmail.com**

#### INTRODUCCIÓN

El arroyo Potrero Grande forma parte, junto a otros cursos de agua, de la alta cuenca del río Peñalva – Arias. Se ubica en el sector noroccidental del Valle de Lerma, en el Departamento Capital, al oeste de la Ciudad de Salta y al suroeste de la Villa de San Lorenzo, sobre la vertiente oriental de la Sierra de Lesser. Geográficamente limitado por la coordenadas  $24^{\circ} 48'$  -  $24^{\circ} 52'$  de latitud sur y  $65^{\circ} 29'$  -  $65^{\circ} 56'$  de longitud oeste. La superficie total es de 9.487 Ha, la del Potrero Grande de 1.495 Ha. Desde el punto de vista morfoestructural se ubica en la Provincia Geológica Cordillera Oriental (Turner, 1972).

Desde la ciudad de Salta, se accede a la zona de trabajo, por la autopista N° 28, hasta la localidad de San Lorenzo hasta empalmar con la ruta provincial N° 150 que comunica con Finca Las Costas; a partir de allí, se continúa al sur por caminos consolidados y se accede al río Potrero Grande después de recorrer alrededor de 14 km (Figura1). Se trata de una cuenca muy importante ya que es proveedora de agua a la ciudad de Salta y áreas agropecuarias circundantes, desde tiempos inmemoriales.

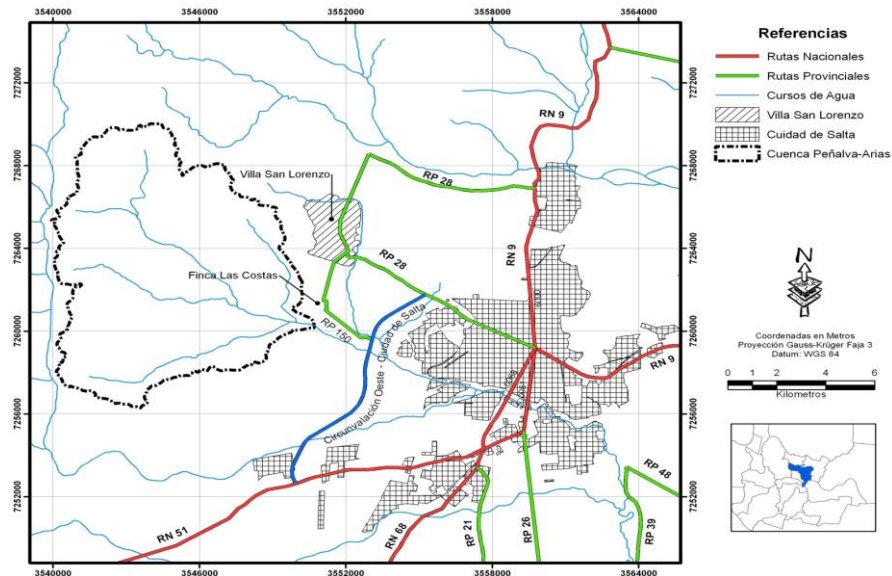


Figura 1.- Mapa de Ubicación de la alta cuenca del río Peñalva - Arias (Tomado de Salinas, 2009)

### CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA

La estratigrafía de la región está integrada por la Formación Puncoviscana, Grupo Lerma, (Turner, 1960); constituido por leptometamorfitas: grauvacas afectadas por fuertes procesos tectónicos y pelitas con metamorfismo de bajo grado, de edad Precámbrica superior - Cámbrica inferior (Marcuzzi et. al., 1999).

El Grupo Mesón, representado por la Fm. Campanario, constituido por cuarcitas y pelitas, las que se apoyan en discordancia sobre los depósitos anteriores. Continúa, en contacto por falla, el Grupo Santa Victoria (Turner, 1960), presenta una secuencia de areniscas finas a medianas; conglomerado pardo, con fenoclastos de cuarzo, areniscas y lutitas, en una matriz arenosa; y lutitas arenosas.

El Terciario está representado por el Grupo Orán (Russo, 1972); se los encuentra en el borde nororiental del Cordón de Lesser (fuera de la zona de estudio) en contacto por la Falla Yacones con las unidades paleozoicas. Finalmente están los depósitos del Cuaternario, al pié de las sierras los abanicos aluviales que se interdigitan lateralmente formando "depósitos de Pié de Monte" terrazados y los depósitos fluviales, de tamaños entre bloque y arena con niveles lenticulares de pelitas. Sobre los depósitos terrazados se han desarrollado suelos que los lugareños usan en tareas agrícolas.

Estructuralmente en la zona existen dos fallas regionales importantes. Al Oeste del Cordón de Lesser, una fractura inversa, de dirección submeridiana, inclinada a oriente (falla Potrero). Al Este la falla Yacones, también inversa y de diseño meridional, pero buzando a occidente. Esta última pone en contacto sedimentitas terciarias sobre cámbricas o bien sobre precámbricas.

La morfología dominante, sobre la que se desarrolla la cuenca colectora del río Arias, es la serrana, abarcando una pequeña porción de relieve pedemontano. El Cordón de Lesser se desarrolla en forma alargada en sentido norte-sur. Su altura desciende de los 3.530 msnm, en el norte, a los 1.300 msnm, en el sur de la región. El perfil transversal es asimétrico y la línea crestal está desplazada al oeste; lo que define una vertiente occidental muy reducida y abrupta; y otra oriental

amplia de pendientes irregulares (con valles estrechos y profundos, resultado de la erosión de rocas resistentes) hasta pasar insensiblemente a un relieve de pie de monte.

La red hídrica presenta un marcado control estructural, esto genera un patrón dendrítico característico. Los arroyos La Toma y Astilleros se unen, para formar el Peñalva más abajo, este, recibe al río San Lorenzo y toma el nombre de Arias. Como Peñalva, recibe los aportes de los arroyos El Durazno y Potrero Grande, por margen derecha y Arteaga, por margen izquierda. En respuesta a las precipitaciones de la época estival, el escurrimiento durante el estiaje es subsuperficial. La cobertura vegetal, en líneas generales, lo conforma un estrato arbóreo espeso.

### MORFOLOGÍA DE LA CUENCA DEL ARROYO POTRERO GRANDE

A los efectos de caracterizar morfológicamente la subcuenca Potrero Grande, se determinó lo siguiente:

Superficie (S) = 1.495,15 Ha. Medida del área que encierra la línea del perímetro de una cuenca.

Perímetro (P) = 24,99 km. Contorno de una cuenca coincidente con la línea de divisoria de aguas.

Frecuencia de Drenaje (F) = 15 cursos/km<sup>2</sup>. Relaciona la cantidad de cursos de una cuenca y su área total.

Densidad de Drenaje (Dd) = 13,9 km/km<sup>2</sup>. Cociente entre la longitud total de los cursos pertenecientes a su red de drenaje y la superficie total de la cuenca. La densidad de drenaje es un indicador de la respuesta de la cuenca ante una tormenta, que condiciona la forma del hidrograma resultante. Es pobremente drenada cuando  $Dd \leq 0,6$  km/km<sup>2</sup>, y bien drenada si  $Dd > 3$  km/km<sup>2</sup>. Esta cuenca es muy bien drenada.

### PARAMETROS DE FORMA

Es la forma geométrica de una cuenca. Puede tener incidencia en la respuesta hidrológica de la misma; el cálculo del tiempo en que las aguas recorren la red de cauces incide en la forma del hidrograma, considerando una lluvia tipo. Se puede relacionar la forma de una cuenca con su respuesta hidrológica.

Índice o Coeficiente de Compacidad o de Gravelius (Kc) = 1,81. Es la relación entre el perímetro de la cuenca y el perímetro de un círculo de área igual al de la cuenca. Si se acerca más a la unidad, la forma de la cuenca estará más próxima a un círculo; y cuanto más se aleje más alargada será.

Relación de Circularidad (Rc) = 0,30. Relaciona el área de la cuenca (**A**) y la del círculo cuyo perímetro (**P**) es igual al perímetro de la cuenca. Los valores de **Rc** varían entre 1 y 0. Si se acerca más a 1 significa que la forma de la cuenca se aproxima más a la del círculo; y el tiempo de concentración será menor.

Coeficiente de Masividad (Cm) = 0,00103. Relaciona la elevación media de la cuenca (Em) y su superficie o área. Nos permite diferenciar cuencas con relieves diferentes pero con altitudes medias similares. Lo que no nos permite determinar es la tendencia de una cuenca a la erosión.

Coeficiente Orográfico (CO) = 1,59. Relaciona dos parámetros del relieve: elevación media y pendiente de la vertiente de la cuenca. La primera influye sobre la energía potencial del agua y la segunda sobre la energía cinética del flujo superficial. Cuando el CO es > 6, el relieve es abrupto; y si es < 6 es moderado.

### CONCLUSIONES

La Frecuencia de Drenaje indica la capacidad de la cuenca de generar nuevos cursos; en el caso de la presente es baja; además implica que tiene control litológico además de estructural; ya que una buena parte de la cuenca se desarrolla sobre rocas cuaternarias. Esta cuenca se encuadra dentro de las muy bien drenadas. Responde a una cuenca de forma alargada, lo que implica que tiene una respuesta lenta a la concentración de caudales. La Relación de Circularidad indica que el tiempo de concentración es mayor. El Coeficiente de Masividad que podemos diferenciar cuencas con relieves diferentes, aunque tengan altitudes medias similares y El Coeficiente Orográfico que estamos frente a un relieve moderado.

### REFERENCIAS

- Horton, R. E. (1945). Erosional development of streams and their drainage basins - Hydrophysical approach to quantitative geomorphology. *Geol. Soc. Am. Bull*, 56, 275-370.
- Marcuzzi, J. J.; et. al. (1999). *Evaluación y Ordenación de la Cca Hídrica de Finca Las Costas*. Pcia. Salta: Direc. Pcial. de Medio Ambiente y Rec Naturales, Secretaría de la Producción, Salta, Universidad de Alcalá de Henares.
- Russo, A. (1972). La Estratigrafía Terciaria en el NO Argentino. Bs.As. V Congreso Geológico Argentino.
- Turner, J. C. (1972). Cordillera Oriental. Geología Argentina.. Córdoba: Academia Nacional de Ciencias.
- Turner, J. C. (1960). Estratigrafía de la Sa.de Sta. Victoria *Academia Nac. de Ciencias; Boletín 41*. Córdoba.

### 3.11- EVALUACIÓN DEL GRADO DE TORRENCIALIDAD DE LOS RÍOS CANDADO Y BLANCO, TRIBUTARIOS DEL ANDALGALÁ (PROVINCIA DE CATAMARCA-NOROESTE DE ARGENTINA).

**Jorge Erenchuk<sup>1</sup>, José Busnelli<sup>2</sup> y Gerardo Catelluccio<sup>3</sup>.**

(1) Departamento de Geología, Facultad de Tecnología y Ciencias Aplicadas, Universidad Nacional de Catamarca. unlar07@gmail.com

(2) Departamento de Geografía, Facultad de Filosofía y Letras, Universidad Nacional de Tucumán. jose.busnelli@gmail.com

(3) CIMA, Minería y Medioambiente, Consultora Ambiental. gcastelluccio1@yahoo.com

### RESUMEN

En el presente trabajo se analiza el grado de torrencialidad de la red de drenaje de la cuenca del río Andalgalá a partir del estudio de los parámetros morfométricos de la misma. Para esto, se tomaron como objetivos particulares: (1) estudio geométrico de la cuenca a partir de los factores de forma; (2) el análisis del grado de torrencialidad de las subcuencas de los principales ríos tributarios; (3) el análisis particular de los datos hidrológicos y su relación con las mediciones en la cuenca de drenaje. La demostración que en ciertas áreas, algunas características de los hidrogramas, así como

la cantidad de flujo, están fuertemente relacionadas a algunos factores hidrogeomorfológicos medibles en la cuenca, indica que un análisis detallado de los parámetros morfométricos, permite alcanzar una determinación preliminar de la intensidad de la torrencialidad tanto en cuencas carentes de afluentes como en aquellas, que aun poseyéndolas, presentan una compleja dinámica hidrogeomorfológica (Busnelli, 2009).

## INTRODUCCIÓN

### ***Objetivos del trabajo***

El objetivo del presente trabajo fue analizar las características geométricas medibles de las cuencas de aporte del río Andalgalá (Candado y Blanco), y su relación con la torrencialidad a partir de criterios de Horton y los caudales medios de salida.

### ***Ubicación***

La cuenca del río Andalgalá, es una cuenca de drenaje cerrada de elevada torrencialidad y gradiente de pendientes, ubicada en las estribaciones australes de las Sierras del Aconquija, íntegramente en la Provincia de Catamarca, hacia el Nordeste, cerca del límite Sudoeste con la provincia de Tucumán (Fig.1).

### ***Metodología***

La red de drenaje fue mapeada digitalmente a partir del análisis visual de imágenes CBERs de alta resolución espacial con 2 m. de pixel y pancromáticas.

El MED (Modelo de Elevación Digital) se obtuvo del SRMT (Shuttle Radar Mission Terrain), con un pixel de 90 m. La extracción de los parámetros morfométricos de Horton fueron obtenidos a partir de procesamiento por medio del SIG (Sistema de Información Geográfica).

## 1 FACTORES DE FORMA EN CUENCAS DE DRENAJE

### ***1.1 Conceptos vinculados a cuencas de drenaje y características geológicas, geomorfológicas y medioambientales***

Una cuenca de drenaje es la totalidad del área de la cual un río colector y sus tributarios reciben agua. Desde luego que cada afluente tiene su propia cuenca de drenaje, cuya forma puede diferir al relacionar una corriente con otra, pero todas estas áreas al integrarse, configuran una cuenca mayor o principal de todo el sistema hidrográfico. Las morfologías de las cuencas de drenaje son el resultado complejo de las condiciones litológicas, estratigráficas y estructurales del substrato rocoso y del suelo, sumado a las condiciones climáticas, principalmente las descargas pluviales, nivales y derretimiento de hielos, junto con las características dominantes de las coberturas vegetales.



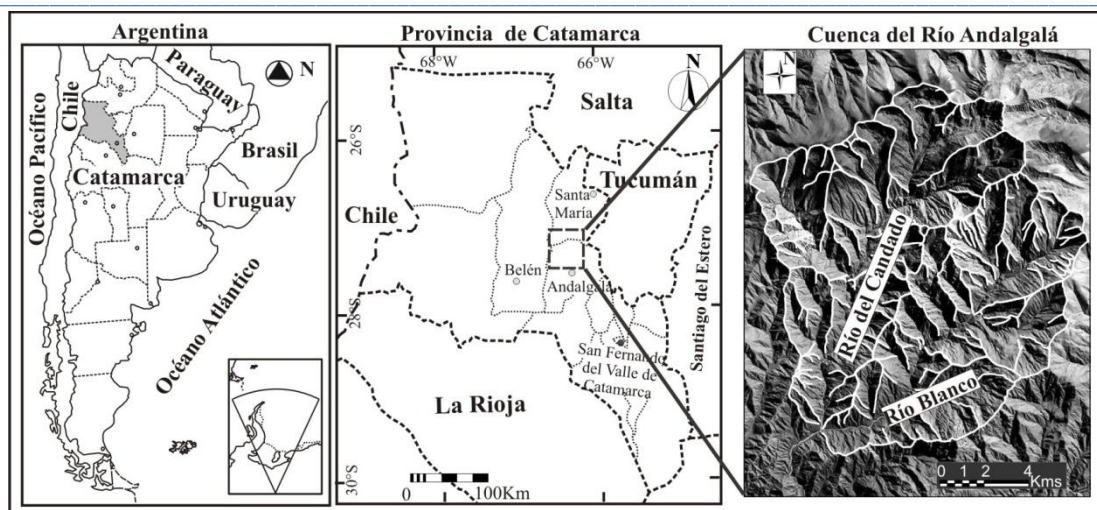


Figura 1: Ubicación de la zona de estudio: cuencas del río Candado y Blanco que forman el río Andalgala.

## 1.2 Factores de forma

Las mediciones geométricas mayores de ambas cuencas, como ser el área, el perímetro, el ancho y la longitud máximas, para calcular los factores de forma (Tabla 1); de manera tal de estudiar fundamentalmente la circularidad o elongación de las subcuencas y si relación con los picos de los hidrogramas.

Tabla 1: Factores de forma medidos en las subcuencas.	
Factor de forma	Ecuación
Factor de forma (F).	$F = A / L^2$ (1)
Factores de forma del US Corps of Engineers (S & S').	$S = L^2 / A$ (2)
	$S' = L / W$ (3)
Relación de circularidad (C).	$C = 4 \pi A / P^2$ (4)
Elongación de la cuenca (E)	$E = \sqrt{(A / \pi)} / L$ (5)
Relación de Lemniscate (K)	$K = L^2 / 4 A$ (6)

A = Área de la cuenca. L = longitud de la cuenca. W = Ancho de la cuenca. P = perímetro.  
 $4 \pi A$  = área de un círculo de igual perímetro.  $2 \sqrt{(A / \pi)}$  = diámetro de un círculo con la misma área de la cuenca.

Parámetros típicos que se tienen en cuenta en el estudio de la forma de las cuencas son: el área, longitudes transversales y longitudinales y perímetros.

La forma, tamaño y longitud de una cuenca de drenaje tienen fundamental importancia en la cantidad de agua que escurre e infiltra.

La topografía del relieve rige la intensidad de flujo del escurrimiento y la manera en que el agua es descargada de la cuenca. A su vez, los sedimentos transportados dependen del gradiente de la pendiente y la geometría de la cuenca.

## 1.3 Valores medidos en las cuencas

Los valores medidos en el SIG fueron los siguientes

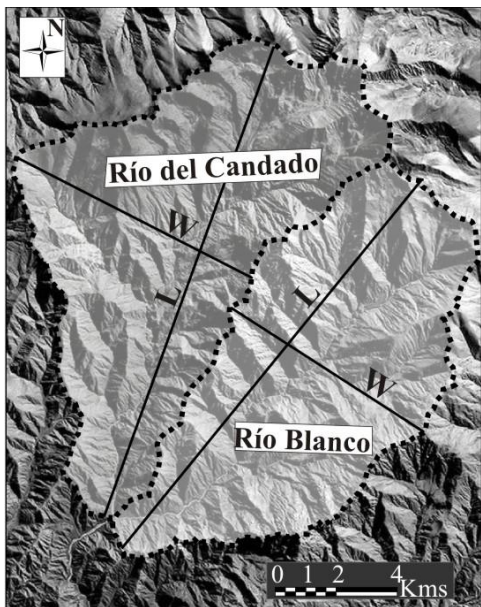
Tabla 2

Tabla 2: Datos geométricos medidos con el SIG.		
	Blanco	Candado
Perímetro (Km)	41,91	48,91
Área (Km <sup>2</sup> )	80,54	92,47
Largo (Km)	15,38	16,18
Ancho (Km)	7,43	8,58

Los factores de forma se simplifican en la tabla 3

Tabla 3: Factores de forma determinados para cada subcuenca.		
	Blanco	Candado
F	0,34	0,35
S	2,94	2,83
S'	2,07	1,89
C	0,58	0,49
E	1,29	1,35
K	0,73	0,71

De acuerdo al análisis de los factores de forma, ambas cuencas, del Candado y del Blanco son más bien semicirculares que elongadas (Busnelli, 2009). Siendo siempre la cuenca del río Blanco más elongada y la del río Candado más circular (Fig. 2). En este sentido entonces, la cuenca del río Candado presentará caudales picos de crecientes en mayor tiempo y con mayores volúmenes que la cuenca del río Blanco que tenderá a atenuar el flujo al ser levemente más elongada.



< Figura 2: Medidas morfométricas tomadas para cada cuenca.

En síntesis, se puede analizar la geomericidad de las cuencas en cuanto a circularidad o elongación a partir de la siguiente fórmula (Busnelli, 2009) que resume todos los factores tenidos en cuenta:

$$FCE = (F + C + El) / (S + S' + K) \quad (7)$$

El valor de FCE de la cuenca de El Candado es ligeramente mayor (0,40) al de la cuenca del río Blanco (0,38), teniendo en cuenta que cuencas muy elongadas presentan valores de 0,05 como es el caso del arroyo Chirimayo, y cuencas más bien circulares como el caso de la cuenca alta del Solco con valores de 0,62 (Busnelli, 2009); ambas cuencas de aporte del río Gastona en la Provincia de Tucumán.

## 2 GRADO DE TORRENCIALIDAD

### 2.1 Bases conceptuales

La evaluación del grado de torrencialidad se basa en un sistema de clasificación semicuantitativo y comparativo entre cuencas de una misma región geomorfológica y tiende a disminuir la subjetividad presente en la mayoría de las evaluaciones cualitativas (Busnelli, 2005). Mediante la medición y el análisis de parámetros morfométricos es posible establecer las subcuencas con mayor grado de torrencialidad. La demostración que en ciertas áreas, algunas características de los hidrogramas, así como la cantidad de flujo, están fuertemente relacionadas a algunos factores hidrogeomorfológicos medibles en la cuenca, indicaría que un análisis detallado de los parámetros morfométricos, permitiría alcanzar una determinación preliminar de la intensidad de la torrencialidad tanto en cuencas carentes de afloros como en aquellas, que aún poseyéndolas, presentan una compleja dinámica hidrogeomorfológica. Se planteó aplicar una metodología modificada y adaptada del estudio realizado por Guido y Busnelli (1993), donde a partir de la utilización de criterios hidrogeomorfológicos, representativos y fácilmente medibles sobre fotografías aéreas, se determinaron diferentes grados de torrencialidad en cuencas fluviales de la región.

### 3.2 Parámetros medidos

La extracción de los datos de Horton se obtuvo mediante el SIG (Fig.3) y se presentan sintéticamente en la tabla 4.

Tabla 4: Datos extraídos del análisis de Horton.

		Candado	Blanco
Orden 1	N	231	191
	L	126363,7	98225,8
	L1/2	547,03	514,27
Orden 2	N	42	37
	L	41324	39163,3
	L1/2	983,90	1058,47
Orden 3	N	10	6
	L	19272,8	18164,9
	L1/2	1927,28	3027,48
Orden 4	N	2	1
	L	10010,3	14005,5
	L1/2	5005,15	14005,50
Orden 5	N	1	
	L	8244,2	
	L1/2	8244,2	
Totales	Nt	286	235
	Lt	205215	169559,5

### 3.2.1 Densidad de drenaje (Dd)

Es el cociente de la longitud total de los ríos de la cuenca (Lt) en Km. y el área de la misma (A) en Km<sup>2</sup>. Expresa la longitud media de los ríos por unidad de área.

$$Dd = Lt / A \quad (8)$$

### 3.2.2 Frecuencia del número de ríos (Fr)

Es un índice que refleja la relación entre el número total de ríos de la cuenca y el área total en Km<sup>2</sup>.

$$Fr = NT / A \quad (9)$$

Donde: NT: es el número total de ríos en la cuenca considerada y A: es el área en Km<sup>2</sup>.

En general, la Dd y la Fr presentan respuestas similares, o sea una alta densidad de drenaje se corresponde con una elevada frecuencia, aunque sin embargo hay a veces excepciones, que es cuando los ríos presentan grandes longitudes pero están poco ramificados, entonces la Dd es alta, pero la Fr es baja. De la misma forma, una cuenca puede tener una elevada frecuencia debido a que presenta gran cantidad de ramificaciones de los cursos, pero sin embargo son de muy corta longitud, por lo que la densidad es baja.

### 3.2.3 Coeficiente de Almacenamiento Hídrico (RHO)

Es el cociente entre la *relación de longitud* (Rl) y la *relación de bifurcación* (Rb). La Rl es la relación entre la longitud media de los ríos de un orden dado y la longitud media de los ríos de un orden inmediato inferior; mientras que la Rb es el cociente entre el número de cursos de un orden dado y el número de cursos del orden inmediato superior (Tabla 5).

Tabla 5: Cálculo de Rl y Rb .

	Candado	Blanco
Rb1-2	5,50	5,16
Rb2-3	4,20	6,17
Rb3-4	5,00	6,00
Rb4-5	2,00	
Rb1/2	4,18	5,78
Rl1-2	1,80	2,06
Rl2-3	1,96	2,86
Rl3-4	2,60	4,63
Rl4-5	1,65	
Rl1/2	2,00	3,18

El coeficiente RHO es un interesante parámetro hidrogeomorfológico relacionado con el tiempo en el que se alcanza el caudal máximo, es decir con la capacidad de almacenamiento de un sistema de drenaje y, en consecuencia es un indicador de la torrencialidad de una cuenca. Altos valores indican mayor almacenamiento hídrico en el cauce, un tiempo mayor al caudal máximo, atenuando los procesos erosivos de las descargas elevadas. Es un parámetro muy relacionado a factores climáticos,

geomorfológicos, geológicos, biológicos y antrópicos, variando poco entre cuencas con una misma evolución morfogénica.

### 3.2.4 Coeficiente de Compacidad ( $K_c$ )

Es un parámetro que se calcula mediante la siguiente fórmula:  $0,28 P/VA$ , donde  $P$  es el perímetro de la cuenca en Km y  $A$  es el área de la misma en  $Km^2$ . Es un parámetro importante para predecir la variación de la intensidad de flujo en función del tiempo, especialmente cuando los datos hidrológicos son escasos o bien inexistentes.

El mínimo valor es 1 (uno) y corresponde a cuencas circulares, con bajos tiempos de concentración y elevadas descargas en la desembocadura. En cuencas muy elongadas,  $K_c$  supera a 2 (dos), la red de drenaje tiende a ser menos compacta y los tiempos de concentración a ser mayores, disminuyendo la torrencialidad.

### 3.2.5 Coeficiente de Torrencialidad ( $C_t$ )

Se define como el número total de ríos de orden 1 (uno) y el área de la cuenca en  $Km^2$ . Es un indicador de la erodabilidad de una región, muy relacionado a los procesos de erosión lineal y a la capacidad de descarga de una cuenca. Debido a que los cursos de primer orden son de génesis erosiva (erosión en surcos y en cárcavas), altos valores, indican elevada susceptibilidad a la erosión, menores tiempo de llegada al pico y alta torrencialidad.

### 3.2.6 Densidad de drenaje de los ríos de orden 1 ( $Dd1$ )

Es el cociente de la longitud total de los ríos de orden 1 ( $LT1$ ) en Km. y el área de la cuenca ( $A$ ) en  $Km^2$ . Expresa la longitud media de los ríos de orden 1 por unidad de área. Este parámetro presenta una íntima relación con la susceptibilidad erosiva de la subcuenca. Cuanto mayor es la densidad de los ríos de orden 1, mayor es la torrencialidad manifestada por la mayor erodabilidad del substrato y la incisión de la erosión hídrica, evidenciada por la mayor longitud de ríos de orden 1 que está íntimamente ligada a la intensificación de la erosión.

La frecuencia del número de ríos ( $Fr$ ) y la densidad de drenaje de los ríos de orden 1 ( $Dd1$ ) son dos parámetros morfométricos agregados a la fórmula original planteada por Guido y Busnelli (1993) debido a que fueron considerados como características hidrogemomorfológicas de gran relación con la respuesta torrencial de las subcuencas.

Un análisis cualitativo inicial y conjunto de los parámetros hidrogemomorfológicos descriptos, permitió obtener a través de una generalización, una evaluación preliminar del poder erosivo y grado de torrencialidad de una cuenca en particular (Sayago y Guido, 1991).

Los signos más (+) y menos (-) indican valores altos y bajos respectivamente, de los parámetros intervinientes. La generalización realizada fue la siguiente:

Elevado poder erosivo y grado de torrencialidad:  $Dd (+)$ ,  $Fr (+)$ ,  $RHO (-)$ ,  $Kc (-)$ ,  $Ct (+)$ ,  $Dd1 (+)$ .

Bajo poder erosivo y grado de torrencialidad:  $Dd (-)$ ,  $Fr (-)$ ,  $RHO (+)$ ,  $Kc (+)$ ,  $Ct (-)$ ,  $Dd1 (-)$ .

## 2.3 Valoración de la torrencialidad medida

Los parámetros tenidos en cuenta en cada subcuenca se presentan en la tabla 6. Observándose de esta manera la dominancia de las características torrencales de la cuenca del río Candado por sobre el río Blanco (Fig. 3).

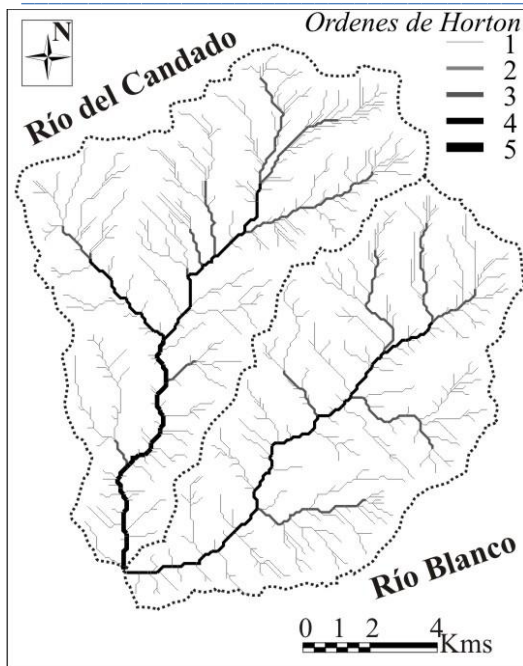


Figura 3: Ordenes de Horton de las cuencas de aporte del río Andalgalá.

### 3 CAUDALES Y RELACIONES GEOMÉTRICAS DE LAS CUENCAS

Para correlacionar la metodología aplicada con la información hidrológica existente con los caudales máximos registrados (Fig. 4): Río Candado (aguas debajo del arroyo Minas) =  $0,311 \text{ m}^3/\text{seg.}$ ; Río Blanco (arriba de Las Juntas) =  $0,230 \text{ m}^3/\text{seg.}$ ; y Río Andalgalá (debajo de Las Juntas) =  $0,468 \text{ m}^3/\text{seg}$  (Achá, 2011).

Es marcada la evidente correlación entre los datos de caudales medios con las mediciones morfométricas de los factores de forma de las subcuencas, como así también el análisis de torrencialidad a partir de las mediciones de Horton.

La bravura de los ríos que drenan hacia las juntas del río Andalgalá puede verse en la fotografía de la Fig. 5, donde se aprecia una ancha llanura de inundación marcadamente desprovista de cobertura vegetal, lo que manifiesta un régimen de crecientes torrenciales durante la época de lluvias en el verano.

La espesa vegetación manifestada por un bosque denso contrasta fuertemente con la zona de la llanura de inundación del río Andalgalá (Fig. 6).

Tabla 6: Medidas de torrencialidad de las cuencas de aporte (Fig. 4).

	Candado	Blanco
Dd	2,22	2,11
Fr	3,09	2,92
RHO	0,48	0,55
Kc	1,31	1,42
Ct	2,50	2,37
Dd1	1,37	1,22

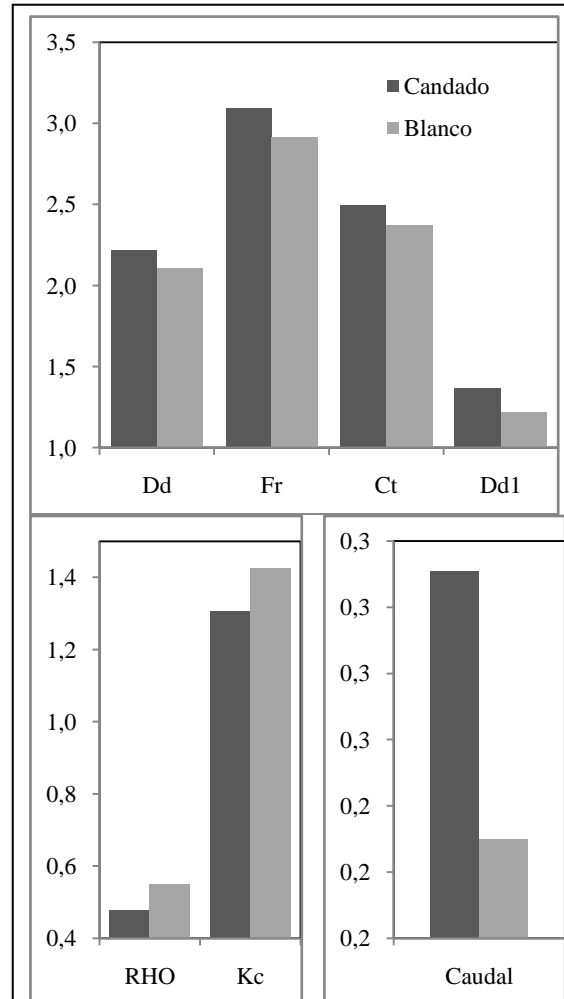
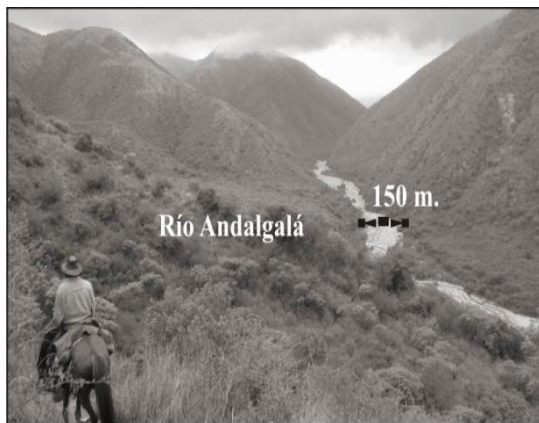


Figura 4: Diagramas de barras de los parámetros medidos para el análisis del grado de torrencialidad.



< Figura 5: Vista general del río Andalgalá, aguas abajo de la confluencia entre el Blanco y el Candado.

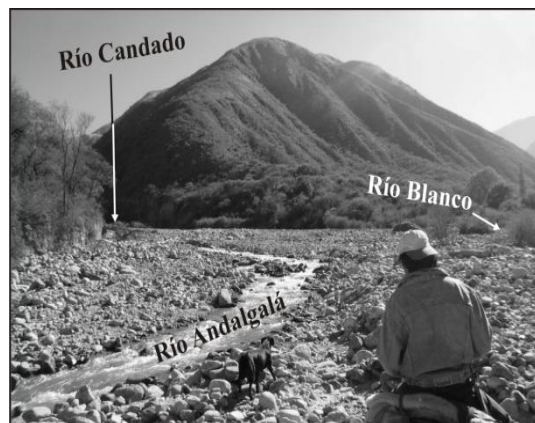
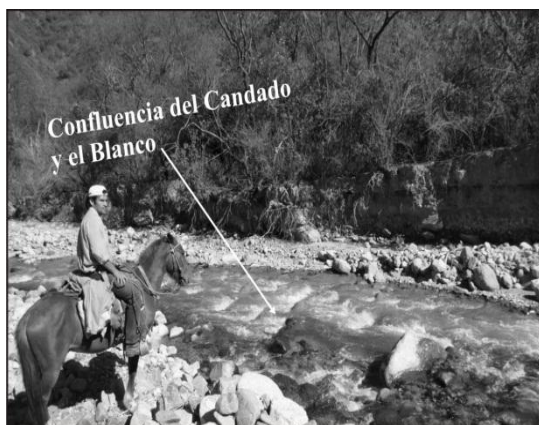


Figura 6 > Detalle de la llanura de inundación del río Andalgalá en las proximidades de la confluencia entre el Blanco y el Candado.

La zona de confluencia de los ríos Candado y Blanco presenta la particularidad de que el río Candado posee un aspecto lechoso en el flujo ácuico que acarrea, con respecto al río Blanco que posee una apariencia cristalina, siendo su posible justificación las fuentes geocriogénicas que son más abundantes en la cuenca del río Candado, con aportes de materiales provenientes de morrenas y glaciares de escombros de las altas cuencas (Fig. 7).



< Figura 7: Junta o confluencia entre el Blanco y el Candado, donde se observa el Candado más blanquecino o lechoso.

#### 4 CONCLUSIONES

Como conclusiones se observa que las cuencas presentan una marcada torrencialidad y características de cuencas de drenajes de ambientes montañosos con contrastes topográficos enormes y una gran producción aluvional de sedimentos hacia la cuenca baja.

Las lluvias que suceden en la cuenca presentan sus mayores concentraciones durante el verano coincidiendo con el período húmedo y caracterizado por un régimen de tipo torrencial generando precipitaciones de elevada pluviosidad en un corto tiempo lo que lleva a la producción de caudales pico elevados, también generalmente en corto tiempo. En este sentido, se espera que el río Blanco tenga un tiempo al pico menor, pero también menores caudales que el del río El Candado, por todo el análisis llevado a cabo en el presente trabajo.

Además hay que tener en cuenta el carácter orográfico de las tormentas de verano que generan sus mayores descargas aumentando linealmente entre los 1000 m.snm en la zona de la Localidad de Andalgalá con 400 mm hasta los 3000 m.snm aproximadamente donde alcanzan los máximos valores de 600 mm y luego empieza a decrecer nuevamente hacia las zonas cumbreales a valores menores de 200 mm.

En este trabajo se presenta una primera aproximación a la evaluación de las características geométricas y morfométricas de las cuencas de aporte del río Andalgalá (Candado y Blanco), como así también un estudio preliminar del grado de torrencialidad de ambas cuencas.

## 5 REFERENCIAS

- Achá, E. M. A.; Caracterización hidrogeomorfológica de la cuenca del río Andalgala, provincia de Catamarca. *Tesis de Maestría Inédita. Departamento de Geología. Facultad de Tecnología y Ciencias Aplicadas. Universidad Nacional de Catamarca.* Pg. 121.; 2011.
- Busnelli, J.; Flood hazard through the relationship between torrential grade and erosion in fluvial systems in the subtropical region of the Northwestern Argentina. *Sixth International Conference on Geomorphology. Geomorphology in Regions of Environmental Contrasts. Abstracts Volume.* Gutiérrez, F.; Gutiérrez, M.; Desir, G.; Guerrero, J. Lucha, P.; Marín, C.; y Gracia-Ruiz, J. M. (Ed.). P. 104. Zaragoza. Spain; 2005.
- Busnelli, J. Evolución Histórica, Situación Actual y Perspectivas Futuras del Riesgo de Inundación en la cuenca del Río Gastona. Tucumán. Argentina. *Tesis Doctoral de la Carrera de Posgrado en Ciencias Geológicas. Facultad de Ciencias Naturales e Instituto Miguel Lillo. Universidad Nacional de Tucumán.* Pp. 629. San Miguel de Tucumán. Tucumán. Argentina; 2009.
- Guido, E. y Busnelli, M. Criterios morfométricos para la evaluación de la torrencialidad de una cuenca hídrica (Río Las Cañas, Catamarca). *XII Congreso Geológico Argentino y II Congreso de Exploración de Hidrocarburos.* Actas Tomo VI: 112-122. Mendoza. Argentina; 1993.

### 3.12- FORMULACION DE UN MODELO DE URBANIZACION SUSTENTABLE EN LA CUENCA SUPERIOR DEL RIO GRANDE - SAN LUIS

**Ayala R<sup>(1)</sup>, Cejas G., Paredes R., Dogliani J. y D. Rubín**

Universidad Nacional de Córdoba, Argentina - ayalaunc@hotmail.com

**ABSTRACT:** We present a methodology of analysis for the valuation and classification of geopotential in the Upper Basin of the Rio Grande, La Carolina, San Luis, Argentina. The information was overturned on a map of geopotential. In the area were established 40 units of geopotential, which are transformed into three areas of Environmental Quality, thus simplifying environmental information and its graphic representation on a map of geopotential for future urbanizations. We can infer that areas with 90% of potential risk are three, two to the east and one in the north center of the area of study. The high risk area is at the northeast of the basin is associated with the Cerros Mellizos and Tomolasta. In the NW area in the upper middle basin is related to the confluence of the Invernada and La Carolina rivers, the potential of slip is provided especially for the low shearing strength of the rocks (caused by the tectonic guidelines). Areas with a 60% risk of landslide potential are distributed throughout the basin, especially those related to the slopes of the hills. These geopotential units serves as an support instrument to achieve environmental regulations more in line with reality.

**KEY WORDS:** Model-urbanization-slip-environmental

#### RESUMEN

En este trabajo se presenta una metodología de análisis y clasificación para la valoración de geopotencial de la Cuenca Superior del río Grande, La Carolina, San Luis, Argentina. La información fue volcada en un mapa de geopotenciales. En la zona se establecieron 40 unidades de geopotencial, las que se transforman en 3 áreas de Calidad Ambiental, simplificando de esta manera la información ambiental y su representación gráfica en el mapa de geopotenciales de alteración para futuras urbanizaciones. Podemos inferir que las zonas con un 90% de riesgo potencial son tres,

dos al oriente de la cuenca y una en el centro norte de la misma. La zona de alto riesgo al NE de la cuenca está asociada a los Cerros Mellizos y Tomolasta. La zona de alto riesgo ubicada al NW, en la cuenca media alta se encuentra relacionada a la confluencia de los ríos Invernada y La Carolina, pudiendo determinar que la potencialidad de deslizamiento esta proporcionada en especial por la baja resistencia al corte de las rocas (ocasionada por los lineamientos tectónicos). Las zonas con un 60% de riesgo potencial de deslizamientos se encuentran distribuidas en toda la cuenca, en especial las relacionadas con las vertientes de los Cerros. Estas unidades geopotenciales son un instrumento que sirve como soporte para lograr que la normativa ambiental sea más ajustada a la realidad.

## **PALABRAS CLAVES**

Modelo-urbanización-deslizamiento-ambiental

## **INTRODUCCIÓN**

El medio ambiente es el compendio de valores naturales, sociales y culturales existentes en un lugar y momento determinado, que influyen en la vida material y psicológica del hombre y en el futuro de las generaciones venideras (FAO - UNESCO 1990). Es decir, no se trata del espacio en el que se desarrolla la vida de los seres vivos, abarca todo aquello que nos rodea además de los seres humanos, animales, plantas, objetos, agua, suelo, aire y las relaciones entre ellos. Debido a que la zona en estudio es sumamente proclive a sufrir desastres naturales por su geografía, es indispensable plantear metodologías de mitigación de los riesgos naturales. El objetivo primordial del trabajo fue analizar las interacciones urbano-ambiental para evaluar los efectos sobre el manejo de recursos naturales en la cuenca superior del río Grande, (Mapa de ubicación, Figura 1), en las Sierras de San Luis.

La urbanización representa, hoy día, el mayor proceso de transformación que viven las sociedades contemporáneas. Por la concentración de seres humanos en zonas no evaluadas en cuanto a los riesgos naturales, de las actividades económicas más rentables, del capital financiero y de los centros de decisión política, tanto municipal como provincial. El cambio de uso de suelo por el crecimiento urbano, el cambio en los usos de los recursos naturales causados por una degradación y contaminación del entorno natural, así como la producción de basura, pueden afectar de manera negativa las interrelaciones ambientales. Sin embargo, los procesos de urbanización pueden aumentar también las oportunidades por un mejor acceso a servicios, incluyendo más información y la toma de decisión a nivel regional (Allen y Davila 2002; Saththwaithe 2000). Los procesos de urbanización tienen un impacto sobre los usos de tierra, el continuo rural-urbano dirige a uso habitacional tierras agrícolas y afecta tanto el entorno natural como la situación socio-económico regional (Lambin *et al.* 1999; Lambin 2001).

## **ZONA DE ESTUDIO**

El área de estudios se encuentra ubicada en la región central de las sierras de San Luis. Comprende una superficie de 60 km<sup>2</sup> situada entre los paralelos 32°45'30"y 32°51'de Latitud sur y los meridianos 66°04'y 66°08'de Latitud oeste. La Carolina corresponde a un distrito aurífero que se encuentra en la Sierras altas de San Luis, Argentina, y está localizado en el basamento cristalino de las Sierras Pampeanas. El clima es de tipo continental, con precipitaciones de 500 a 700 mm estivales torrenciales, su temperatura media anual alcanza a los 15° debido a su gran amplitud térmica, conformando un clima semiárido. El relieve presenta un complejo Micaesquistoso del Paleozoico Superior fue intruido por un complejo Monzogranítico y sus pegmatitas berilíferas asociadas en el Paleozoico medio. La peneplanización Preterciaria fue elevada y fracturada en



bloques durante la orogénia Andina. Posteriormente un evento volcánico tuvo lugar, conformado por rocas dacíticas, asociadas con mineralización de oro y plata relacionada con plomo, zinc, cobre y arsénico. Esta metalogénesis está controlada por medio de una red de fracturas preintrusivas y prevolcánicas con rumbo NNE-WNW. Las rocas metamórficas e intrusivas muestran una intensa alteración hidrotermal, siendo este fenómeno fuente de los importantes depósitos auríferos detríticos. Estos depósitos se encuentran relacionados con sedimentos coluvio-aluviales del tipo grava-sostén. La mineralogía de las arenas muestra una gran variedad de minerales pesados. La vegetación del área es muy escasa, en las pampas se desarrollan pastizales de alturas, en las quebradas debe mencionarse la abundancia de pastizales de mayor desarrollo y especies arbóreas de bosque serrano. En cuanto a los suelos, la potencia del material original en zonas protegidas alcanza espesores de hasta 3 m. El desarrollo pedogenético tiene espesores de 40cm promedio, clasificándolos como entisoles. En las quebradas el desarrollo edáfico es más elaborado debido a la mayor presencia de humedad, llegando a desarrollar argiustoles. En cuanto a la red de drenaje podemos decir que los cambios climáticos y la participación de rocas esquistosas poco resistentes facilitaron el desarrollo de valles de rumbo con pendientes al norte y al sur, que erosionaron y depositaron sus sedimentos en por lo menos más de una etapa. Como consecuencia de los cambios producidos durante el Terciario se implanta una línea divisoria de agua con el consiguiente cambio de pendiente al sur y al norte, coincidente con la faja de alteración hidrotermal norte que va desde el cerro Porongo hasta cerro La Piedra. Además se habría producido un aumento de las precipitaciones que originan una red hídrica con alta energía de erosión en las partes altas, las que al llegar a un nivel de base transitorio habría depositado su sobrecarga formando los aluviones de gran desarrollo.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Los modelos de alteración del paisaje se construyen con la ordenación sistemática de la información que describe las características esenciales de los fenómenos involucrados. Estos modelos se basan en la adquisición e interpretación de datos fundamentales, necesarios para caracterizar los paisajes degradados y para comprender el proceso por medio del cual se han degradado. En la zona de estudio se identificaron los siguientes parámetros: pendiente, disposición hídrica, susceptibilidad al deslizamiento, tipo de suelo, cobertura vegetal, susceptibilidad a la autosubsistencia, resistencia al corte y permeabilidad. Además se han identificado como geo-restricciones los fenómenos de autosubsistencia, carcavamiento, derrumbes, desplomes o desprendimientos, Ayala, (2006). A partir de este análisis, se obtiene una síntesis de los valores de geopotencial para los diferentes factores considerados (Tabla 1). Siguiendo la metodología propuesta, el siguiente paso es transformar los valores de los indicadores de cada factor en una escala homogénea mediante la confección de mapas temáticos. Estos mapas se construyeron mediante la conversión de la información cartográfica básica de formato analógico a digital. El fotomosaico se construyó a partir de las fotografías aéreas pancromáticas digitalizadas a una resolución de 600 píxeles/pulgada, geo-referenciadas en base a puntos de control obtenidos de la cartografía existente e inspecciones in-situ para verificar los rasgos foto-interpretados y obtener las coordenadas de sitios de interés geológico mediante GPS. La imagen satelital falso color refleja las condiciones de la superficie a partir de la combinación de 3 canales (1, 2 y 4) y fue también geo-referenciada en base a puntos de control obtenidos de la cartografía existente. A fin de mostrar características de variación del área de estudio en cuanto a rasgos fisiográficos y de suelos se realizaron los mapas temáticos cualitativos de las unidades fisiográficas y de unidades de suelos, partiendo de la base de la imagen satelital, (Ayala, 2012). En el presente trabajo se confeccionó el mapa de isopendientes, a partir de una base de datos obtenidos del mapa topográfico. Los elementos topográficos naturales, como las curvas

de nivel y la red hidrográfica, son elementos cuantitativos indispensables en el diseño del mapa de geopotenciales, haciéndose necesario tomar como mapa base para la evaluación de los mismos la carta topográfica del área de estudio. En la zona se establecieron 40 unidades de geopotencial, las que a la postre se transforman en 3 áreas de Calidad Ambiental, simplificando de esta manera la información ambiental y su representación gráfica en el mapa de geopotenciales de urbanización. La visión de síntesis ha requerido del uso de escalas comunes: valor bajo (rango 9-12,5), medio (rango 12,6-15,5), y altos para la degradación (rango 15,6-19). El mapa de geopotenciales de urbanización se elabora por medio de la sobreimposición de redes rectangulares compuesta por 100 celdas de 1,6 km por 3,2 km, sobre cada uno de los mapas temáticos previamente construidos.

## DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Analizando los mapas temáticos diseñados y los obtenidos a partir de la valoración de geopotenciales podemos indicar las áreas de vulnerabilidad potencial de deslizamiento en toda la cuenca y en especial en las zonas de posible urbanización en la cuenca del río Grande, podemos inferir que las zonas con un 90% de vulnerabilidad potencial son tres, dos al oriente de la cuenca y una en el centro norte de la misma. La zona de alta vulnerabilidad al NE de la cuenca esta asociado a los Cerros Mellizos y Tomolasta, esta dada en especial a la falta de cobertura vegetal (pasturas de altura). La zona de alta vulnerabilidad ubicada al NW, en la cuenca media alta se encuentra relacionada a la confluencia del los ríos Invernada y La Carolina, pudiendo determinar que la potencialidad de deslizamiento esta proporcionada en especial por a la baja resistencia al corte de las rocas (ocasionada por los lineamientos tectónicos). Las zonas con un 60% de riesgo potencial de deslizamientos se encuentran distribuidas en toda la cuenca, en especial las relacionadas con las vertientes de los Cerros. Estos mapas de vulnerabilidad tienen múltiples propósitos y son útiles, sobre todo, a nivel gubernamental. Su principal cometido es servir de guía en la planificación de actividades relacionadas con el medio ambiente y el ordenamiento territorial, siendo una herramienta fundamental para definir qué utilización pueden tener determinadas zonas, y en el desarrollo de políticas de protección para urbanizaciones o asentamiento de actividades futuras.

## BIBLIOGRAFÍA

- Ayala, R., Karlsson, A., Beltramone, C. y Paredes, R., (2006) .Valoración de Geopotencial de la Cuenca Sup. del Aº Tegua. III Congreso Argentino de Cuaternario y Geomorfología. Córdoba, Argentina. II: 629-639.
- Ayala Rosa F. (2006). Formulación de un Modelo de los Potenciales Procesos de Degradación de Paisaje, en la Cuenca Superior del Aº Tegua. Tesis Magister, Universidad Tecnológica Nacional-Facultad Regional Córdoba.
- Ayala Rosa F. (2012) Formulación de un Modelo de los Potenciales Procesos de Degradación de Paisaje, en la Cuenca Superior del Río Grande La Carolina, San Luis. Tesis Doctoral, mención Ambiente Universidad Nacional de Catamarca.
- Allen A. y J. Davila (2002) Mind the gap! Bridging the rural-urban divide. Id21 insights.
- Lambin E.F., X. Baulies, N. Bockstael, G. Fischer, T. Krug, R. Leemans, E.F. Moran, Y. Rindfuss, Y. Sato, D. Skole, B.L. Turner, y C. Vogel -1999. Land-use and land-cover change (LUCC) Implementation Strategy.
- Lambin E.F.- 2001. The causes of land-use and land-cover change: moving beyond the myths. Global Environmental Change 11 (4):261-269.
- Satterthwaite D. 2000. Seeking an understanding of poverty that recognizes rural-urban differences and rural-urban linkages. Paper presented at the World Bank's Urban forum on urban poverty reduction in the 21st century.



Figura 1

Tabla 1 Valoración de los geopotenciales

Factor	Interés del factor	Indicador	Información necesaria	Clases utilizadas			
Pendiente	Tipos y distribución de las pendientes	Porcentaje de ángulos de pendientes	Mapa topográfico, Mapa de pendientes (%)		Baja	1	
					Media	2	
					Alta	3	
Suelos	Desarrollo del perfil	Calidad de los suelos, Aptitud	Mapa de suelos	1 D	2 C	3 A	
Permeabilidad de los materiales			Mapa litológico		Efusiva	Muy Baja	1
					Granito	Baja	1
					Metamorfica	Media	2
					Cuaternario y sedimentos	Alta	3
Cobertura Vegetal	Usos del suelo y determinación de ecosistemas	Cobertura vegetal y usos del suelo	Mapa Fisiográfico		Pastizal de altura	Media	2
					Rocosa	Baja	3
Susceptibilidad a deslizamientos	Grado de susceptibilidad a la remoción en masa	Grado de susceptibilidad	Mapas de pendientes, litológico y fisiográficos		Baja	1	
					Media	2	
					Alta	3	
Disponibilidad hídrica	Caudales promedio por cuencas	Caudal Hm <sup>3</sup> /año	Mapa de cuencas		Un Río Temporal	1	
					Dos Ríos Temporales	2	
					Un Río Permanente	3	



## SIMPOSIO 4 LA PLANIFICACIÓN DEL TERRITORIO FRENTE AL RIESGO

### 4.1 – LA RUPTURA DEL GLACIAR PERITO MORENO: UN ESPECTACULO ÚNICO... Y UN PROBLEMA LITORAL

*Por L. Mariela La Valle<sup>1</sup>*

<sup>1</sup>Docente de las cátedras Geografía Universal, Geografía Argentina y Geografía Regional del Centro de Estudios Superiores Padre de Agostini.

Integrante del Proyecto de Investigación 29/A244 “Geografía de la Percepción en la Provincia de Santa Cruz. 20 años después de su primer abordaje” de la UNPA.

Alumna del curso de posgrado “Geografía de los Espacios litorales” a cargo de la Dra Mónica García de la UNMDP –UNSB- IGEPAT - marielala\_valle@cotecal.com.ar

#### RESUMEN

Si bien la ruptura del glaciar Perito Moreno en la provincia de Santa Cruz es un espectáculo único de increíble belleza, como todo fenómeno natural tiene sus aspectos positivos y otros que no lo son tanto. En este documento se desarrollará lo que podría llamarse “el lado oscuro de este fenómeno natural”: urbanización del espacio litoral, inundaciones, elementos en riesgo, vulnerabilidades, crecimiento no planificado, desarrollo urbano en forma paralela a la costa, entre otros. También se señalarán algunas respuestas estratégicas ya desarrolladas y otras posibles para evitar que este fenómeno natural termine convirtiéndose en un desastre natural.

#### INTRODUCCIÓN

Si bien la ruptura del glaciar Perito Moreno en la provincia de Santa Cruz es un espectáculo único de increíble belleza, como todo fenómeno natural tiene sus aspectos positivos y otros que no lo son tanto. En determinado momento, este maravilloso fenómeno puede llegar a convertirse (incluso, en algunos momentos históricos ya lo ha hecho) en un desastre natural tanto para la zona costera<sup>2</sup> de la Bahía Redonda, Punta Soberana y Laguna Nimez en las orillas de El Calafate, como así también en la zona costera de los Brazos Rico, Sur y Lago Roca.

El porqué de esta afirmación se halla en el hecho que cada vez que el glaciar Perito Moreno “choca” con la península de Magallanes cierra el paso entre el Brazo Rico (al que desaguan los brazos Sur del lago Argentino y el lago Roca, además de los glaciares con vertiente Atlántica del sur del Campo de Hielo Sur) y el Canal de los Témpanos (el cual desagua al cuerpo principal del Lago Argentino y desde allí al río Santa Cruz y al mar). Esto produce el endicamiento de las aguas del Brazo Rico (proceso conocido como “cierre del glaciar Moreno”), generando así un desnivel entre las aguas a un lado y otro del glaciar.

---

<sup>2</sup> Si bien el término zona costera se usa habitualmente para delimitar el espacio comprendido entre un área terrestre y otra **marítima**, durante este trabajo se hablará de zona costera al ecotono comprendido entre el lago Argentino y algunas de las superficies terrestres/continentales que lo bordea.

Dependiendo de la duración del “cierre” y del aporte hídrico será el desnivel generado. A medida que las aguas del Brazo Rico ascienden, inundan toda la zona costera adyacente, inundando los campos vecinos, que por tener tierras de muy buen rendimiento con respecto a áreas cercanas, se verán afectados económica, ecológica y, en algunos casos, hasta socialmente.

Por otro lado, una vez iniciado el proceso conocido como “ruptura” -donde el agua comienza a filtrarse, hasta formar un túnel y permitir pasar con mucha velocidad el agua del brazo Rico hacia el Canal de los Témpanos-, en muy corto tiempo (entre uno y tres días en promedio) las aguas de ambos lados se nivelarán, pero se producirá un incremento temporario y atípico en la superficie del cuerpo principal del lago Argentino -como así también un mayor caudal en el río Santa Cruz- inundando la zona costera de El Calafate. Por ende generará un impacto, en este caso temporario, a la urbanización asentada sobre el litoral -como lo plantea Mónica García (2012) dentro de las problemáticas asociadas a los espacios litorales- que, si el desnivel es demasiado pronunciado podría llegar a convertirse en irreversible.



< Figura 1: Área de estudio (El Calafate, Sta. Cruz, Argentina)  
Fuente: Elaboración propia usando como base Google Earth

Antiguamente, estos endicamientos y rupturas (que son conocidas desde 1917), no causaban mayores daños debido al escaso poblamiento de este rincón patagónico. Sin embargo, desde el año 2000 –año en que se inauguró el aeropuerto Internacional Armando Tola a escasos 20 km del casco urbano de El Calafate- a la fecha, la localidad de El Calafate ha experimentado un crecimiento explosivo y poco planificado: se pasó de tener 6410 habitantes en 2001 (INDEC 2001) a unos 17000<sup>3</sup> aproximadamente en el 2010. En esa época, más precisamente en el 2006 se deja de darle la espalda al lago – hasta ese momento el desarrollo urbano se había dado en forma perpendicular a la costa- y se comienza la construcción de la Av Costanera (inexistente hasta ese momento) que tendría un recorrido lindante al lago desde Punta Soberana hasta Laguna Nimez, es decir, que fomentaría un desarrollo urbano paralelo a la costa (Colaninno, 2008).

Esto tuvo como consecuencia un aumento de presión sobre el espacio litoral como lo plantea Mónica García (2012) al hablar del Desarrollo y la Urbanización Costera. La construcción del paseo Costero, junto al crecimiento poblacional, provocaron que las escasas edificaciones existentes hasta ese momento cambiasen su frente, ahora mirando hacia el lago, y también, que se lotee todo ese espacio costero (hasta ese momento rural o rururbano) de manera muy rápida y poco planificada y sin tener en cuenta que eran zonas inundables (humedales) tanto por el deshielo anual (cuya cota máxima se produce en febrero-marzo) originado en los glaciares de vertiente Atlántica del Campo de Hielo Sur, los glaciares colgantes y la nieve caída y fusionada; como por las esporádicas rupturas ya mencionadas que, salvo en dos ocasiones que se produjeron en invierno, en el resto de las oportunidades siempre lo hace en los mismos meses en que el nivel del lago alcanza su máximo: febrero y marzo.

<sup>3</sup> Aún no se conocen con certeza los datos individuales de las localidades, pueblos y áreas rurales del partido de Lago Argentino, al cual pertenece El Calafate, que tuvo como resultado en el Censo del 2010 un total de 18896 habitantes (INDEC 2010).

## OBJETIVO, MÉTODO DE TRABAJO Y MATERIALES O RECURSOS UTILIZADOS

Este trabajo tiene como objetivo investigar:

- cuáles son las zonas más vulnerables que se verían afectadas cuando este fenómeno natural se convierta nuevamente en un desastre natural ,
- el riesgo al que está expuesta la población que habita la zona costera
- los riesgos y vulnerabilidades históricas que ya han ocurrido
- y las consecuencias que podría tener este fenómeno combinado con la problemática del Calentamiento Global, el derretimiento de los glaciares y los cambios en los niveles de base.

Y ser un llamado de atención para los políticos y la población asentada en los espacios más vulnerables ante la posible ocurrencia de esta amenaza.

Para la investigación se realizaron proyecciones sobre imágenes de Google Earth, teniendo en cuenta las curvas de nivel y la altura, para realizar modelos tentativos ante una crecida del nivel del lago de 10 metros en el cuerpo principal. También se recabaron datos realizando entrevistas a pobladores y funcionarios actuales y antiguos del frente costero de El Calafate acerca de consecuencias que les hayan tocado vivir en los momentos de las rupturas o de deshielos atípicos. Se recorrió el área costera de El Calafate con el fin de identificar posibles alteraciones antrópicas que puedan contener las crecidas o lugares que puedan ser arrasados por las mismas e identificar los elementos en riesgo y las edificaciones o espacios más vulnerables.

En definitiva, se llevó una metodología similar a la propuesta por el Modelo PER (Presión- Estado- Respuesta) propuesto por varios autores: OECD (2003); OCDE (1995) y Cendrero (1997) (citados por Mónica García, 2012) para poder responder:

- ¿Cómo se encuentra el territorio en términos de impacto? (Estado)
- ¿Cuáles son las principales causas inmediatas que explican su condición? (presión)
- ¿Cuáles son las causas mediatas que explican las presiones existentes? (fuerzas motrices)

¿Cuáles son las medidas que la sociedad ha establecido para mitigar, corregir o prevenir los impactos negativos? (respuesta o indicadores de desarrollo sostenible).

## PRINCIPALES RESULTADOS OBTENIDOS

### ***Riesgos y vulnerabilidades históricas***

A través de entrevistas a informantes claves, recopilación bibliográfica y periodística, y representaciones cartográficas se pudieron obtener datos que permiten identificar zonas que fueron vulnerables (vulnerabilidad localizacional, social, económica y ecológica ante la amenaza de inundación lacustre y de erosión costera) a los cierres o rupturas en épocas pasadas.

El primer dato investigado estuvo relacionado con los desniveles históricos entre el Brazo Rico y el Canal de los Témpanos en los periodos comprendidos entre los cierres y las rupturas del Glaciar Moreno y la época del año o mes en que se producía. Así se obtuvo la siguiente información:

1º ruptura: Febrero de 1940

2º marzo de 1942: 19 m.<sup>4</sup>

5º Marzo de 1952: 13<sup>5</sup> m.

6º Marzo de 1953: 14,50<sup>6</sup> m.

7º Principios de 1956: 26<sup>7</sup> m.

10º 1966: 28<sup>8</sup> m.

17º Febrero de 1988: 19<sup>9</sup> / 27<sup>10</sup>/30 m.<sup>11</sup>

18º 12 al 15 de marzo 2004. 19.10 hs: 10,4<sup>12</sup> m.

19º 10 al 14 de marzo de 2006. 22.45 hs<sup>13</sup>. 10 m.<sup>14</sup>

20º 4 al 9 de julio de 2008<sup>15</sup>: 10<sup>16</sup> m.

18º 1 al 4 de marzo de 2012. 3.45 am: 6 m.

De la 3º (1947), 4º (1949), 8º (1960), 9º (1963), 10º (1966), 11º (1970), 12º (1972), 13º (1975), 14º (1977), 15º (1980) y 16º (1984) ruptura no se logró obtener datos. Pese a ello, se podría generalizar que las rupturas han oscilado su desnivel entre los 6 y los ¿30? m. Y que las últimas, no han superado los 10 m., habiendo sido las más importantes las de 1956, 1966 y 1988.

Estos aumento esporádicos del nivel del brazo Rico han hecho que los estancieros, sobre todo aquellos cuyos campos se hayan situados en el área comprendida entre el lago Rico y el Roca (conocida como Colonia Perito Moreno) hayan ido tomando algunos recaudos (como trasladar sus viviendas a lugares más elevados) ya que en varias oportunidades se han visto damnificados. Por ejemplo:

- En 1952<sup>17</sup>, la superficie inundada del brazo fue de 66,7 km<sup>2</sup> “afectando a todas las estancias y chacras de la zona, pero no sus construcciones. Además de inundarse más de un tercio de la superficie del suelo de chacras de la zona, se anegaron también los cultivos y lavaron los suelos”(Raffo, 1953, citado en Skvarca, 2002, pág. 6).
- Se pueden observar los árboles muertos que permanecen en pie producto de las inundaciones provocadas por los endicamientos y también los renovales de nothofagus antártica y pumilio, así como también de algunas especies arbustivas y herbáceas, que crecen como parches cubriendo los suelos lavados por las últimas rupturas
- La inundación del brazo Rico provocada por el cierre del glaciar en 1939, anegó terrenos “que por sus pasturas se contaban entre los mejores de la región, obligando a varios de sus pobladores a abandonar ranchos y estancias que significaban muchos años de trabajos y esfuerzos. [...] Ante la inexorable subida de las aguas y para provocar el rompimiento del tapón de hielo, la Armada Argentina envía dos aviones que bombardean la zona de contacto sin resultado práctico: el hielo no se inmuta y el agua sigue subiendo.” (Alonso, 2006)

<sup>4</sup> Alonso, Miguel (2006) “Manual del Lago Argentino & Glaciar Perito Moreno”, editorial Zagier & Urruty, Bs As. Pág. 39

<sup>5</sup> Ídem

<sup>6</sup> Ídem

<sup>7</sup> Raffo, citado en Skvarca (2002) pág 6

<sup>8</sup> Liss (1970) citado por Skvarca (2002) pág 6

<sup>9</sup> Luciano Pera a través de comunicación personal con Pedro Skvarca (Skvarca, 2002, pág 6)

<sup>10</sup> <http://www.cecs.cl/educacion/index.php?section=glaciologia&classe=30&id=45>

<sup>11</sup> <http://www.lupacorp.com/glaciar>

<sup>12</sup> <http://www.cecs.cl/educacion/index/.php?section|=glaciologia&classe=30&id=45>

<sup>13</sup> [http://www.argentina.ar/\\_es/turismo/patagonia/c921-la-ruptura-del-glaciar-perito-moreno.php](http://www.argentina.ar/_es/turismo/patagonia/c921-la-ruptura-del-glaciar-perito-moreno.php)

<sup>14</sup> <http://www.cecs.cl/educacion/index.php?section=glaciologia&classe=30&id=45>

<sup>15</sup> <http://www.telam.com.ar/nota/16250>

<sup>16</sup> <http://www.cecs.cl/educacion/index.php?section=glaciologia&classe=30&id=45>

<sup>17</sup> Raffo et al (1953) citado por Pedro Skvarca (Skvarca, 2002, pág 6)



Por otro lado, luego de la ruptura el área de brazo Rico recupera poco a poco su normalidad, pero otra área recibe el impacto: la costa de El Calafate.

El saber popular oral rememora situaciones en que con posterioridad a la ruptura se inundaba toda la costa de la bahía Redonda –hoy totalmente urbanizada- llegando hasta el cruce entre de las Av. Libertador y Av. 17 de Octubre (cota 190, 12 m. de crecida del nivel habitual del lago en esa época del año).

Si esto sucediera en momentos de crecidas inusuales del lago como ocurrió en 2009, la situación empeoraría:

“Una inusual crecida del lago ocurrida en febrero de 2009 superó el terraplén construido sobre el lecho de la bahía para la construcción del tramo del paseo costero en el sector comprendido entre la laguna Nimez y la Bahía Redonda haciéndolo desaparecer y formando un piletón del otro lado del terraplén extendiendo la inundación hasta las cercanías del hotel Los Sauces”. (Ahora Calafate, 9/2/09).

“En febrero de 2009 se debió levantar un terraplén para contener la crecida del lago que amenazaba con inundar el Campo de Doma, lugar donde se estaba realizando el Festival de Doma y Folklore en el marco de la Fiesta del Lago Argentino, el evento anual más importante de la localidad para el cual arriban una gran cantidad de turistas de la provincia, el país y Chile. El terraplén contuvo, pero igualmente tuvo filtraciones y hubo surgentes en el predio”. (Ahora Calafate, 9/2/9).

### ***Zonas vulnerables y riesgos actuales***

En la actualidad podría decirse que por el grado de antropización son dos las áreas más afectadas por el espectacular fenómeno conocido como ruptura del glaciar Moreno. Una de ellas, es afectada principalmente con posterioridad al cierre y anterioridad a la ruptura; mientras que la segunda, se ve afectada luego de producirse la ruptura.

- Área 1: Costas de los brazos Rico y Sur y del lago Roca.
- Área 2: Punta Soberana, Bahía Redonda, Laguna Nimez y cuerpo principal del Lago Argentino en la costa de El Calafate.

En esta presentación sólo se desarrollará lo ocurrido en la segunda de ellas, la más vulnerable y con mayores elementos en riesgo.

### **ÁREA PUNTA SOBERANA, BAHÍA REDONDA, LAGUNA NIMEZ Y CUERPO PRINCIPAL DEL LAGO ARGENTINO EN LA COSTA DE EL CALAFATE.**

Esta área es sólo afectada con posterioridad a la ruptura, ya que mientras el glaciar permanece endicado el efecto producido es el contrario: disminuye el nivel de base del lago.

En las figuras (2 y 3) de la página siguiente se pueden observar la línea más clara que corresponde a un aumento del nivel del lago de 2 m. (curva de nivel de 180 msnm) ya que en esta zona el nivel de base es de 178 msnm; y la línea más oscura corresponde a una crecida de 10 m.



< Figura 2: Curvas de nivel de 180 msnm (azul) y 190 msnm (línea roja) en las costas de El Calafate

> Figura 3: fotografía ampliada de la imagen 11. Detalle de la zona más vulnerable (tener en cuenta que la imagen es del 2007 y que en la actualidad está mucho más urbanizado)



Fuente: elaboración propia usando de base a Google Earth

Si bien este aumento del nivel del lago ha ocurrido en pocas oportunidades, se conoce que después de algunas rupturas como la de 1988, el agua ha llegado a la intersección de las avenidas Libertador y 17 de Octubre que justamente coincide con la cota 190 y que a su vez, por el ancho y la profundidad del lago en esta zona, coincidiría con una ruptura que haya tenido un desnivel próximo a los 30 m. en el Brazo Rico.

Sabiendo esto, se han comenzado a hacer obras de infraestructuras como gaviones en toda la costa que oscilan entre alturas de 3,15 m. en las cercanías de la “casa verde” a 1,80 m. en la Laguna Nimez. También se ha rellenado una zona de humedales correspondiente a reservas municipales establecidas por Ordenanza (Calafate Natural, 9/3/9) con un terraplén que cumple las funciones de: a) Proteger las casas de personas importantes de la localidad de posibles inundaciones, como la casa de la presidenta de la Nación; y, b) ser base del último tramo de la Av Costanera Dr Kirchner conectando la Bahía Redonda con la laguna Nimez a través del campo de Doma y dejando de este modo de dar la espalda al lago –que traerá como consecuencia una revalorización de los lotes-.

No se tuvo en cuenta, sin embargo, que como dice Krensa (2005) “La transformación de la línea de costa por uso turístico, [...] o habitacional, puede traer consigo cambios drásticos a nivel de paisaje y geomorfología costera, e introducir efectos de cascada en atributos estructurales y funcionales en los ecosistemas de esa franja”

La situación, de dar la espalda al lago, se produjo hasta fines de 2006 cuando se inauguró el primer tramo del paseo costero, se lo asfaltó, se hizo vereda, se lo iluminó, se protegió con gaviones y las casas que, otrora, tenían su frente sobre Av del Libertador, ahora lo cambiaban mirando al lago. El creciente interés por la costa del lago generó una explosiva urbanización de la misma y un aumento considerable del valor inmobiliario en los lotes que se hallaban sobre el sector. También se loteó toda la Punta Soberana, hasta ese momento espacio rural. Toda esta urbanización explosiva de la costa (que podría llamarse “Litoralización” en términos de Mónica García (2012)), acompañada por el crecimiento poco planificado de El Calafate implicó que se impactara directamente en la flora autóctona, patrimonio cultural de la localidad que ostenta el nombre de El Calafate; se destruyera un lugar que alberga más de 60 especies de aves, que se alimentan y/o nidifican, por lo cual la laguna Nimez es considerada internacionalmente sitio AICA; se atentara contra una fuente genuina de recursos sustentables que significa los más de 4.000 turistas anuales que realizan avistamiento de aves y todos los que disfrutaban de las actividades de invierno en la bahía Redonda; disminuyeran las zonas de amortiguación que provee el humedal, ya que las superficies pavimentadas impiden la infiltración de las lluvias y el escurrimiento pluvial; se favoreciera la contaminación del Lago Argentino, al intervenir en los procesos naturales de depuración de materia orgánica; se generaran

zonas insalubres, por generarse zanjas y/pozos con aguas estancadas, donde se acumulan escombros para relleno, posibilitando accidentes o proliferación de alimañas; se violenten las leyes, toda vez que las obras son licitadas sin Estudio de Impacto Ambiental previo, el cual es realizado por la empresa adjudicataria de la misma; se desconozcan los derechos de los ciudadanos a acceder a la información pública y a participar en la discusión de un EIA, ya que esta posibilidad nunca se dio a conocer ni se sometió a audiencia pública; y se consolide la especulación inmobiliaria, dotando de servicios superfluos a terrenos sin gente en zonas cercanas al lago, mientras que barrios habitados en lo alto carecen de los servicios necesarios. (Calafate Natural, 9/3/9)

Y todos estos daños sin que en realidad sirvan nada más que para contener las crecidas anuales, pero que ante una ruptura de importancia no tendrían el menor efecto si se piensa que en la cota 185 los gaviones cubren sólo 1 m. más y que el terraplén realizado es sobrepasado con facilidad sólo con una crecida inusual del lago como la ocurrida en 2009 (ver Riesgos y vulnerabilidades históricas). Sin mencionar que las fechas de las rupturas -salvo en raras ocasiones- han coincidido con las épocas del año en que el lago obtiene su mayor nivel por alimentarse del deshielo de la región.

Sin ir muy lejos, esta última ruptura, la del 2012, hizo que al subir el nivel del lago en la costa de El Calafate, desapareciera la laguna 2 (figura 4) de la Reserva Municipal Laguna Nimez y anegara gran parte del lugar, impidiendo el recorrido habitual que realizan aquellos a los que les interesa avistar las aves que allí se encuentran.

Los elementos en riesgo no son sólo hoteles de distinta categoría, desde 5 estrellas hasta albergues, sino también un centenar de casas y familias que se verían invadidas por las aguas del lago y las cloacales al cambiar el nivel freático - ante las cuales los recaudos tomados son mínimos-, decenas de aves, flora autóctona, comercios y espacios recreativos (figura 5).



< Figura 4: Laguna 2 de la Laguna Nimez, anegada por la crecida anual del lago  
Fotografía: Mariela La Valle

El establecimiento de personas y viviendas en la zona se podría haber evitado si se hubiera respetado el Plan Regulador que propusieron Pastor y Bonilla (1970) quienes destinaban los espacios analizados a usos recreativos de los mismos; en lugar de adaptar el Código a las irregularidades producidas ante el crecimiento explosivo de la ciudad ya mencionado y expedir uno nuevo (Código de Planeamiento Urbano 2008).



< Imagen 19: área inundable ante una crecida inusual del lago  
Fotografía: Mariela La Valle

### **Consecuencias al combinarse con otras problemáticas ambientales o desastres naturales**

Sin lugar a dudas, el litoral analizado es un espacio disputado (Barragán Muñoz, 2006) por múltiples actores, con múltiples objetivos y para una gran diversidad de usos. También es un bien escaso y que genera competencia por su utilización (García, 2012), situación que a la larga siempre trae aparejada problemáticas ambientales como las que a continuación se señalan.

La construcción de obras para contener las crecidas están produciendo, y lo continuarán haciendo, **una pérdida de biodiversidad** en la localidad y por lo tanto una disminución en la atraktividad turística y recreativa de la costa al alterar la vida supuestamente protegida por Ordenanza de las reservas municipales. Entre ellas se encuentra la Laguna Nimez que es uno de los tres humedales de gran importancia para la conservación de la fauna silvestre de la provincia de Santa Cruz por ser sitios de reproducción y descanso de numerosas especies como el chorlito ceniciento (*Pluvianellus socialis*), endémico de la Patagonia Austral y la Gallineta Chica (*Rallus antarcticus*), especie “vulnerable” que estuvo declarada como “en peligro de extinción” y hasta se suponía que se había extinguido. La urbanización del recurso ha generado un panorama complicado. La prolongación de la av Costanera hacia este sector impacta sobre el predio, el tránsito se incrementa, el deambular de las mascotas (perros y gatos) es cada vez más intenso y se incrementa la antropización del lugar (Ahora Calafate, 29/6/2011). Todo esto puede llevar a que la reserva tenga como consecuencia un impacto irrecuperable como es la pérdida de hábitats y especies.

Por otro lado si el **derretimiento de los glaciares** continúa se podría suponer un aumento permanente del nivel del lago que conjugado con momentos de rupturas harían insignificantes las obras de protección ya realizadas.

“En total se calcula que unos 3177 km<sup>2</sup> del HPS<sup>18</sup> aportan agua al río Santa Cruz, ya sea por fusión superficial o por desprendimiento de témpanos”. “El mayor aporte hídrico al lago Argentino proviene de la ablación de los glaciares. En el área del glaciar perito Moreno se produce una ablación de 0,59km<sup>3</sup>/año “si a esta ablación superficial se le suman los 0,4 km<sup>3</sup>/año provenientes de la fusión de témpanos desprendidos, se obtiene estimativamente 1,0 km<sup>3</sup> de aporte hídrico anual del glaciar Moreno. Si se tiene en cuenta que los glaciares Viedma y Upsala tienen una extensión cuatro veces mayor a la del glaciar Moreno, se comprende la importancia que representan los glaciares del HPS como reguladores del nivel de los lagos Viedma y Argentino y en consecuencia, de los caudales de descarga de sus efluentes” (Skvarca, 2002, pág 3-4).

Sumados a estos datos se podría señalar que a nivel global “los modelos climáticos actuales pronostican un calentamiento global entre 1,4 y 5,8°C entre los años 1990 y 2100” (García, 2012) y teniendo en cuenta que “las regiones interiores se calientan más velozmente que océanos y zonas costeras; que se prevé un aumento de las precipitaciones globales, que habrá más lluvias y nieve en invierno de latitudes altas y mayores temperaturas en verano”, no hay dudas que esta problemática se acrecentará.

Otro riesgo potencial podría ser el de **las lagunas endicadas** de los glaciares Viedma (laguna Viedma) y Upsala (lago Guillermo) que podrían producir simultáneamente un *jökülhlaup*, es decir un vaciamiento repentino -como la producida en la laguna Viedma entre abril y octubre de 1994 en la que disminuyó la superficie de 7 km<sup>2</sup> a 1,5 km<sup>2</sup>(Skvarca, 2002)- y si se combinaran con una ruptura incrementarían temporariamente y de forma inesperada el nivel de base del lago afectando más las costas de El Calafate. Sin mencionar la combinación con una posible **erupción del volcán Lautaro** ubicado en la cabecera de los glaciares Pío XI y Viedma (los dos más grandes del Campo de Hielo Sur).

---

<sup>18</sup> HPS: Hielo Patagónico Sur

Por otro lado, el **aumento del nivel del mar** que está ocurriendo -también producto del interglaciario en que se vive y que se ve profundizado por el Calentamiento Global-, que provoca transiciones climáticas rápidas e inesperadas y que ha elevado el promedio del nivel marino entre 10 y 20 cm en los últimos 100 años (habiendo ya modelos que pronostican ascenso entre 9 y 88 cm para el año 2100) (García, 2012), **cambiará los niveles de base locales** no dejando lugar a dudas que todo asentamiento a orillas del lago Argentino –nivel de base local de la zona en estudio- será extremadamente vulnerables y por lo tanto, seriamente afectado.

### ALGUNAS PROPUESTAS

El origen de la problemática planteada en este informe no hay dudas que tiene que ver con lo que García (2012) plantea como “deficiencias del sistema social y organizativo; cuya causa es la actividad humana disfuncional (excesiva urbanización del espacio litoral, creciente artificialización del borde costero, alteración de dinámica costera, manejo inadecuado del borde costero e incremento de riesgos) y la consecuencia (mayor erosión costera, pérdida de hábitats, deterioro y destrozo de la cobertura vegetal)es el impacto sobre el medio costero y sus recursos y [usos]”.

Como ya se ha visto y como también lo sugiere la misma autora, la urbanización y litoralización creciente de actividades es factor de “conflictos ya sea por ausencia y/o sea por deficiencia de pautas ambientales”. Para evitar esto es necesario como ella misma lo propone:

- ✓ Planificar la ocupación y usos de áreas costeras e interiores, con vista a ordenar para preservar.
- ✓ Concientizar sobre la necesidad de manejo racional de espacios costeros
- ✓ Informar permanente y adecuadamente a la población afectada
- ✓ Gestionar con participación ciudadana

Es por todos conocidos la presión que se ejerce habitualmente en el espacio litoral que trae como consecuencia la sobrevaluación del suelo con el consiguiente *boom* inmobiliario. El Calafate no es, ni fue, ajena a esta situación. Sin embargo, quizás todavía estemos a tiempo de utilizar algunas **estrategias de “retroceso planificado”** de las que propone el IPCC (1994) para que el aumento del nivel del lago no se transforme en un desastre ni temporario ni permanente:

- Reubicación de habitantes, actividades socio-económicas y culturales, en especial las de Punta Soberana que todavía se haya un grado muy bajo de expropiación y para lo cual será necesario que se realice en forma conjunta con la segunda y la tercera de estas opciones.
- Expropiación de tierras y edificios
- Eliminar las construcciones a medida que son abandonadas
- Prevenir y ordenar el desarrollo en áreas cercanas a la costa
- Eliminar permisos de construcción

Y también, podría agregarse, hacer cumplir el plan de Ordenamiento Territorial del año 1970 (Pastor y Bonilla, 1970) dejando estos espacios litorales sólo para uso recreativo y paisajístico.

También podrían implementarse **estrategias de acomodamiento** también propuestas por el instituto mencionado (IPCC, 1994):

- ❖ Conservación de ecosistemas en armonía con la ocupación continua;

- ❖ Planificación adelantada (como es el caso de los gaviones, pero que podría incluir las acciones propuestas como estrategias de *retroceso planificado*) para evitar los peores impactos;
- ❖ Si es necesario, modificación del último Código de Ordenamiento Territorial (2008) en cuanto a pautas de edificación y uso de la tierra
- ❖ Regulaciones estrictas en las zonas afectadas
- ❖ Sumándole las llamadas por Abrantes (Abrantes et al, 2010 citado por Mónica García, 2012) “**mecanismos legales**”, en especial las que refieren a “restricciones y controles administrativos discrecionales” y “evaluación de impacto ambiental”.
- ❖ Y dentro de las de **Protección** propondría sólo la de reforestación o más bien forestación del espacio litoral como medida mitigadora de posibles inundaciones, ya que el resto de las propuestas (Defensa de áreas vulnerables, centros poblados, actividades económicas, recursos naturales y culturales; Gaviones; y, Barreras para evitar la intrusión de agua) creo que ocasionarían otros efectos secundarios quizás menos deseados que la inundación del área litoral.

No se debe olvidar que el ordenamiento del territorio, como bien lo menciona Mónica García (2012), debe constituirse en “un medio al servicio de objetivos generales como el uso adecuado de los recursos, el desarrollo y el bienestar o la calidad de vida ciudadana. La sociedad decide cómo ordenar el espacio, a través de los políticos y las normas; se apoya en instrumentos jurídicos, en prácticas administrativas, principios consolidados y en conocimientos científicos pluridisciplinarios” y para que ello ocurra y se haga bien, es necesario informar y concientizar a la sociedad, objetivo que se intenta cumplir a través de este informe.

Se debe tender a una “**Gestión Costera Integrada y Sostenible**” buscando el disfrute del lago Argentino, pero con: equidad social, compatibilidad ecológica, viabilidad económica, coherencia espacial y permanencia de recursos en el tiempo como lo propone Barragán Muñoz (2006). Para que ello ocurra es posible también recurrir a las estrategias de manejo costero propuestas por Sorensen (Sorensen et al, 1992): planeamiento y regulación del uso del suelo, planes de área especial, exclusión litoral, protección de área crítica, evaluación de impactos y, programas de adquisición.

Si se identifican además cuáles de los usos son costero dependientes y cuáles no, cuáles son competitivos y cuáles no y cuáles son consuntivos y cuáles no, de acuerdo al criterio también indicado por Sorensen, quizás sea más fácil todavía llevar a cabo las estrategias de acomodamiento y retroceso planificado ya señaladas.

¿Y por qué y para qué hacer todo esto? Para lograr lo que Barragán Muñoz (2008), Siccard (2010) y García (2011) proponen como **pautas de intervención** y que yo agregaría, **para un Desarrollo Plenamente Sustentable**:

- Reducir la modificación y disturbio de hábitats naturales
- Preservar la dinámica natural, minimizando las intervenciones humanas
- Incorporar criterios de desarrollo urbano sostenible
- Atender a su vulnerabilidad ante procesos de cambio climático
- Fortalecer el comportamiento colectivo ambientalmente responsable
- Restringir o prohibir determinadas actividades humanas, en hábitats críticos o áreas muy frágiles.

- Pensar medidas para evitar, disminuir o compensar dicho impacto

No hay que desconocer que los actores sociales en este esquema son muchos y sin dudas, los conflictos estarán a la orden del día como lo plantea Guillermo Cicalese en la Teoría de los Actores sociales (Cicalese, 2009). Sin embargo, para lograr:

- **Equidad social**
- **Crecimiento económico**
- **Conservación de lo ecológico**

Es necesario que todos ellos coincidan en querer que en El Calafate se consiga un, **DESARROLLO SUSTENTABLE**, para que esto sea posible.

He aquí dos citas de Krensa (2005: 1-2) que a mi entender resulta más que apropiadas:

“Una sociedad sustentable aplica sus adquisiciones, y su mejor conocimiento de los límites de la tierra, para elegir solamente el tipo de crecimiento que sirve en realidad a los objetivos sociales, reforzando la sustentabilidad. A diferencia del crecimiento, el desarrollo tiene como meta principal el cambio cualitativo”.

“El desarrollo de la sociedad se define como el mejoramiento del estado económico, social, ecológico, cultural, educativo, intelectual y religioso, basado en **la satisfacción razonable de las necesidades básicas y el mantenimiento y mejoramiento de las condiciones que definen la “calidad de la vida” de los pueblos**” (negrita propia)

## CONCLUSIONES

De lo expuesto se puede concluir que es difícil pensar en una relocalización de las personas que habitan en la zona costera aunque sería la solución más acertada (se debe tener en cuenta que las imágenes satelitales trabajadas son del año 2007 y en la actualidad son muchos más los espacios construidos y habitados). Quizás la zona más factible de relocalización sería la de Punta Soberana, por donde se podría empezar.

Si bien hay pocas posibilidades que se produzca una crecida inusual en la costa de El Calafate, ya han ocurrido históricamente y nadie podría asegurar que no vuelvan a ocurrir por lo cual no estaría mal tener presentes y llevar a cabo las estrategias de prevención ya desarrolladas.

En cuanto a los humedales intervenidos, se debería concientizar más a la población acerca de su importancia; y espero, fervientemente que la naturaleza haga su trabajo y demuestre una vez más que el hombre debe tenerla en cuenta a la hora de planificar, recordando que el sistema litoral (en este trabajo adaptado a una costa lacustre) es consecuencia de la interrelación de los subsistemas físico-natural, económico-productivo y jurídico- administrativo juntos y no de cada uno en forma independiente.

Por otro lado, las amenazas a las que está expuesta la localidad deberían ser planificadas y tenidas en cuenta en los códigos de planeamientos de la localidad y no adaptar éstos a intereses particulares o especulaciones inmobiliarias.

No hay dudas que todo análisis y posible propuesta de intervención debe ser vista desde varios puntos de vistas y que no hay caminos simples cuando hablamos de un espacio tan complejo donde los intereses en juego son tantos.

En esta investigación han sido esbozados varios de estos aspectos complejos y aunque, se requeriría una mayor profundización para poder realizar más propuestas de intervención, se presentaron algunas a modo de orientar futuras acciones ya que los datos expuestos ayudan a identificar situaciones problemáticas a las cuales se les debería comenzar a prestar atención para poder actuar en consecuencia.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ahora Calafate, *Ruptura del glaciar: brazo Rico creció más de 3 m.*, consultada el 13 de marzo de 2012 en [http://www.ahoracalafate.com.ar/index.php?option=com\\_content&view=article&id=10949:ruptura-del-glaciar-brazo-rico-crecio-mas-de-3-metros&catid=37:locales&Itemid=90](http://www.ahoracalafate.com.ar/index.php?option=com_content&view=article&id=10949:ruptura-del-glaciar-brazo-rico-crecio-mas-de-3-metros&catid=37:locales&Itemid=90), 12 de diciembre de 2011.
- Ahora Calafate. *Lo tapó el agua* [http://www.ahoracalafate.com.ar/index.php?option=com\\_content&view=article&id=4566:lo-tapo-el-agua&catid=37:locales&Itemid=90](http://www.ahoracalafate.com.ar/index.php?option=com_content&view=article&id=4566:lo-tapo-el-agua&catid=37:locales&Itemid=90) 9 de febrero de 2009.
- Ahora Calafate. *Piden crear una Reserva Natural en los Humedales del Lago Viedma* en [http://www.ahoracalafate.com.ar/index.php?option=com\\_content&view=article&id=9558:piden-crear-una-reserva-provincial-en-los-humedales-del-lago-viedma&catid=40:regionales&Itemid=112](http://www.ahoracalafate.com.ar/index.php?option=com_content&view=article&id=9558:piden-crear-una-reserva-provincial-en-los-humedales-del-lago-viedma&catid=40:regionales&Itemid=112), 29 de junio de 2011
- Ahora Calafate, *Investigan los efectos de las inundaciones provocadas por el glaciar Moreno* en [http://www.ahoracalafate.com.ar/index.php?option=com\\_content&view=article&id=8731:investigan-los-efectos-de-las-inundaciones-provocadas-por-el-glaciar-moreno&catid=37:locales&Itemid=90](http://www.ahoracalafate.com.ar/index.php?option=com_content&view=article&id=8731:investigan-los-efectos-de-las-inundaciones-provocadas-por-el-glaciar-moreno&catid=37:locales&Itemid=90), 29 de marzo de 2011
- Alberto, J. A. *Geografía y crecimiento urbano. Paisajes y problemas ambientales*. Revista Geográfica Digital. Instituto de Geografía. Año 6, nº 11. <http://hum.unne.edu.ar/revistas/geoweb/default.htm> 1-13; ISSN 1668-5180. 2009.
- Alonso, Miguel Angel *Manual del Lago Argentino & Glaciar Perito Moreno*, Zagier & Urruty, Buenos Aires. 2004
- Arias, Mariela, *Empezó la espectacular ruptura del glaciar Moreno*, diario La Nación.
- Barragán Muñoz, JM *Las áreas Litorales de España: del Análisis Geográfico a la Gestión Integrada*, consultado en <http://www.uca.es/grupos-inv/HUM117/grupogial/paginas/publicaciones/areaslitoralesdeespana>, 2004
- Barragán Muñoz, J. M. *Medio ambiente y desarrollo en áreas litorales. Introducción a la planificación y gestión integradas*. Servicio de Publicaciones de la Universidad de Cádiz. Cádiz. 2ª reimpresión. <http://www.uca.es/grupos-inv/HUM117/grupogial/paginas/publicaciones/publicaciones/view>, 2006.
- Barragán Muñoz, J.M. *Programas de gestión integrada de áreas litorales: experiencias europeas y latino-americanas* <http://observatoriogeograficoamericalatina.org.mx/egal7/Teoriaymetodo/Investigacion/02.pdf>. 2008.
- Blasco Díaz, J. L.. *La distribución competencial en materia de costas*. [http://www10.gencat.cat/drep/binaris/\\_reaf10\\_Blasco\\_tcm112-124443.pdf](http://www10.gencat.cat/drep/binaris/_reaf10_Blasco_tcm112-124443.pdf). 2010



- Calafate Natural *Bahía Redonda: El Paseo Costero, el Azud y ... ¿Después?* en <http://calafatenatural.blogspot.com.ar/search/label/azud%20nivelador>, 9 de marzo de 2009.
- Cicalese G. *Los actores sociales en sus escenarios territoriales. Análisis y reflexión en torno a la investigación sobre espacios litorales en una ciudad balnearia*. <http://nulan.mdp.edu.ar/1447/>. 2009
- Colaninno, N *Modelos Morfológicos Urbanos: Forma y Estructura. El caso de la costa mediterránea española. Universitat Politècnica de Catalunya. Barcelona*. En [http://www-cpsv.upc.es/tesis/TTD11presentacio\\_ncolaninno.pdf](http://www-cpsv.upc.es/tesis/TTD11presentacio_ncolaninno.pdf), 2008
- Corlay, J.P. *Géographie sociale, géographie du littoral*. En *Norois*, nº 165. Poitiers en [http://scholar.google.com.ar/scholar?hl=es&q=G%C3%A9ographie+sociale%2C+g%C3%A9ographi+e+du+littoral&btnG=Buscar&lr=&as\\_ylo=&as\\_vis=0](http://scholar.google.com.ar/scholar?hl=es&q=G%C3%A9ographie+sociale%2C+g%C3%A9ographi+e+du+littoral&btnG=Buscar&lr=&as_ylo=&as_vis=0), 1995.
- Díez González. *La transformación del paisaje litoral*. *IT* nº 55. 38-47. <http://www.ciccp.es/revistaIT/textos/pdf/J.%20Javier%20D%20Edez%20Gonz%20E1ez.pdf>, 2001
- García, M. C. y Veneziano, M. F. *Proyectos de ley de costas y desarrollo litoral sostenible desde la óptica geográfica*. *Contribuciones Científicas, Sociedad Arg. Estudios Geográficos, Buenos Aires*. Vol. 23; 95-107 en <http://gaea.org.ar/10.GAEA23-Garcia.pdf>, 2011.
- García, M. 2012. *Geografía en Espacios Litorales*, diapositivas brindadas durante el Seminario de Posgrado de Referencia, Universidad Nacional San Juan Bosco, IGEPAT, Puerto Madryn.
- Google Earth
- <http://www.calafate.ws/blog/inversion-y-turismo-el-calafate-ambicioso-proyecto-de-borde-costero-para-el-calafate/> (10/4/2007) *Inversión y Turismo: Ambicioso proyecto de borde costero para El Calafate*, consultado 15 de marzo de 2012
- <http://www.cecs.cl/educacion/index.php?section=glaciologia&classe=30&id=45>
- <http://www.lupacorp.com/glaciar>
- <http://www.cecs.cl/educacion/index.php?section=glaciologia&classe=30&id=45>
- [http://www.argentina.ar/\\_es/turismo/patagonia/c921-la-ruptura-del-glaciar-perito-moreno.php](http://www.argentina.ar/_es/turismo/patagonia/c921-la-ruptura-del-glaciar-perito-moreno.php)
- <http://www.cecs.cl/educacion/index.php?section=glaciologia&classe=30&id=45>
- <http://www.telam.com.ar/nota/16250>
- <http://www.cecs.cl/educacion/index.php?section=glaciologia&classe=30&id=45>
- INDEC, 2001, Censo Nacional de Población y Vivienda 2001
- INDEC, 2010 Censo Nacional de Población, Hogares y Vivienda 2010
- IPCC (1994) Convención Marco sobre el Cambio Climático (CMCC), ONU.
- Kremsa, V. *Desarrollo sustentable del paisaje costero. Evolución de los conceptos*. *Revista Ciencia y Mar*. Vol. 18- Instituto de Ecología. Universidad del Mar. 2-19. <http://www.umar.mx/revistas/18/costero.pdf>, 2005.
- Monti, A. J. A. *Dilemas y desafíos de la Gestión de Riesgos en litorales antropizados de la Patagonia*. I Jornadas de Investigación en Ciencias Sociales. FHCS, UNPSJB. 26 al 29 de noviembre de 2007. Comodoro Rivadavia, Chubut. [http://ftp.cicese.mx/pub/divOC/ecologia\\_marina/Anamaria/Curso\\_Guadalajara/Presentaciones/Universidad%203/Dilemas%20y%20desafios,%20Monti,%202007.pdf](http://ftp.cicese.mx/pub/divOC/ecologia_marina/Anamaria/Curso_Guadalajara/Presentaciones/Universidad%203/Dilemas%20y%20desafios,%20Monti,%202007.pdf), 2007.
- Moretti. *Principios de desarrollo sostenible en zonas urbano-costeras*. 2002.
- OCDE, *Modelo Presión-Estado-Respuesta*. 1991
- OECD. *OECD Environmental Indicators. Development, measure and use*. París. En <http://www.oecd.org/dataoecd/7/47/24993546.pdf>, 2003
- ONU, *Convención de las Naciones Unidas sobre Derechos del Mar*, ONU, Nueva York. 1982.
- Pastor, José y Bonilla, José. *Plan Regulador del Desarrollo Físico de Calafate (Lago Argentino) y Contornos*, Santa Cruz. 1970.

- Pearce D y Turner R. *Economics of Natural Resources and the Environment*. Hmel Hempstead. 1ª edición. 1990.
- Skvarca, Pedro. *Importancia de los Glaciares del Hielo Patagónico Sur para el Desarrollo Regional*, Instituto Antártico Argentino, XV Congreso Geológico Argentino, Capítulo V-1, El Calafate. 2002.
- Sorensen, J. C., Mc Creary, S.T. y Brandani, A., *Costas: arreglos institucionales para manejar ambientes y recursos costeros*. United State Agency for International Development. International Coastal Resources Center. University of Rhode Island. 185p, 1992.
- Trapero, J. J. *Amanecer en la costa: hacia una utilización racional del territorio litoral*. Extraído de: <http://habitat.aq.upm.es/boletin/n8/ajtrap.html>, 1998.

## 4.2- ELEMENTOS IMPORTANTES DEL ENFOQUE TERRITORIAL DEL DESARROLLO RURAL

**Dr. Ing Prod. Agrop. Caeiro, Rafael Enrique**

caeiro.rafael@inta.gob.ar

El desarrollo no es un problema técnico, es ante todo una apuesta política y social que debe ser construida desde múltiples dimensiones por todos los sectores de la comunidad. Es necesario enfatizar que no hay recetas para su construcción, es una propuesta que debe ser generada por los actores integrantes de una comunidad en función de una visión compartida de su futuro.

El Enfoque Territorial del Desarrollo Rural busca integrar los territorios rurales a su interior y con el resto de la economía nacional. Se persigue la revitalización y reestructuración progresiva y la adopción de nuevas funciones y demandas a partir de la integración de espacios, agentes, mercados y políticas públicas, trascendiendo lo espacial.

El territorio es considerado un producto social e histórico dotado de: Recursos Naturales, Formas de producción, Consumo e intercambio y Red de Instituciones.

Existen una serie de elementos importantes del Enfoque Territorial del Desarrollo Rural que deben ser considerados al momento de encarar un proceso de planificación:

1. Es necesario entender a lo rural como algo limitado a un enfoque sectorial y productivo, mientras que el Enfoque Territorial reconoce la complejidad de los territorios rurales y de las estructuras complementarias, articuladas e interdependientes que conforman una economía que trasciende lo agrícola. Si se reconoce a la agricultura como dinamizador de la economía local.

2. Es importante el rescate de la economía territorial y local-rural en las estrategias de crecimiento. En los territorios rurales hay que potenciar el mercado local ya que influye decisivamente sobre las posibilidades de crecimiento económico y generación de riqueza de las comunidades del interior. Suena desproporcionado el énfasis puesto muchas veces en las exportaciones dentro de las estrategias de desarrollo rural, descuidando el papel esencial de los mercados locales y nacionales, la demanda interna, el ahorro interno, la inversión interna, la capacidad de compra local y a la atención a la pobreza.

3. Avance de la competitividad sectorial privada a la competitividad territorial.

La visión de competitividad territorial plantea pasar de una visión sectorial, fundamentada en conceptos de producción, a una competitividad que contempla de manera integral los conceptos de valor agregado en origen, empleo, atracción de inversiones, valoración de activos territoriales y el fomento de las cadenas de valor.

#### 4. Gestión sostenible de los Recursos Naturales.

Constituyen una pieza fundamental del Enfoque Territorial

- a) La base de los RR.NN. como componente de lo rural
- b) Desarrollo de mercados de bienes y servicios ambientales
- c) Gestión ambiental sostenible de la producción

a) Un elemento que caracteriza y diferencia los territorios rurales es su dependencia de la base de recursos naturales. Supera la dicotomía entre urbano y rural a partir de criterios de concentración demográfica o de base económica agraria.

b) Desarrollo de mercados de bienes y servicios ambientales. Entendiendo por Bienes Ambientales aquellos directamente aprovechables para el uso y consumo. Ej.: agua, recursos pesqueros, madera, plantas medicinales, biodiversidad.

Servicios Ambientales: funciones ecosistémicas como el Secuestro de Carbono, regulación hídrica, control de erosión, ecoturismo. Ej. Protección de un bien ambiental (biodiversidad) que cumple funciones ecosistémicas de regulación hídrica, control de erosión.

c) Gestión ambiental sostenible de la producción.

Implementación y puesta en marcha de mecanismos tales como: Denominaciones de Origen, Producción Orgánica, Sistema de producción más limpia, Gestión y Certificación de Calidad ambiental. Agregan valor a bienes privados.

5. Ordenamiento Territorial como complemento de la descentralización. Es necesario un desplazamiento de competencias (del ámbito nacional al nivel local y regional), a fin de fortalecer un nuevo orden territorial. Es vital una transformación institucional y política y no un mero ajuste administrativo y legal.

6. Cooperación y responsabilidad compartida. La cooperación local trasciende la participación: 1) Es una forma más amplia de relacionamiento entre lo público y lo privado; 2) Se apoya en la autonomía de las comunidades, sus instituciones, sus organizaciones y sus empresarios; 3) Conduce la autogestión y la responsabilidad compartida.

Se establecen reglas de juego, compromisos y formas organizativas propias.

7. Coordinación de políticas de Desarrollo Rural con las políticas macroeconómicas y sectoriales

Una política de Desarrollo Rural Territorial debe tener la capacidad de articular las políticas macroeconómicas y sectoriales. El no hacerlo puede resultar ineficiente y costoso para toda la sociedad.

8. Superación de las políticas compensatorias y articulación de las políticas sectoriales.

Necesidad de establecer Políticas de orden integral: ciertas políticas asumen que el desarrollo económico agrícola (comercial y empresarial) deja de lado a los campesinos y por tanto requieren

de acciones compensatorias. El nuevo enfoque, que contribuya a superar la pobreza y la inseguridad alimentaria, debe incorporar todos los actores del desarrollo local y regional.

9. Gestión del Conocimiento para el Desarrollo Rural. Elementos que deben caracterizar la gestión del conocimiento: 1) El aprendizaje continuo; 2) El conocimiento como principal activo de las organizaciones; 3) El trabajo en equipo.

La gestión del conocimiento fomenta la captura, sistematización, almacenamiento y disseminación de información conducente a mejores prácticas de Desarrollo Rural.

Como conclusión señalar que los programas de Desarrollo Rural con Enfoque Territorial deben formularse y gestionarse con horizontes de mediano y largo plazo. Requiere de una compleja arquitectura institucional que contenga: a) Atribuciones y capacidades de los gobiernos locales (técnica-administrativa y política); b) Control y equilibrio entre gobiernos nacional/provincial y local; c) Redes y asociaciones entre gobiernos locales, capaces de emprender la transformación productiva; d) Organización económica y de representación de la sociedad civil; y e) Mecanismos y espacios para la concertación público-privada.

#### **4.3- INCORPORANDO EL ENFOQUE DE RIESGO EN LA PLANIFICACIÓN TERRITORIAL. EL CASO DE LA PROVINCIA DEL NEUQUÉN.**

***Daniela Torrisi & Silvia A. García Garaygorta***

(1) Dirección Ley 2713, Subsecretaría Planificación y Acción para el Desarrollo - COPADE, Ministerio de Desarrollo Territorial, Gobierno de la Provincia del Neuquén.

dtorrisi@neuquen.gov.ar

(2) Unidad de Planificación Ambiental, Subsecretaría Planificación y Acción para el Desarrollo - COPADE, Ministerio de Desarrollo Territorial, Gobierno de la Provincia del Neuquén.

sgarciagaraygorta@neuquen.gov.ar

#### **RESUMEN**

La provincia del Neuquén otorgó base legal e institucional a la incorporación del enfoque de riesgo en la planificación territorial, en forma integral y multisectorial mediante el dictado de la Ley 2713 sancionada en el año 2010. Dicha ley crea la Red Provincial de Riesgo que articula los distintos niveles de gobierno, el sector privado, académico y las organizaciones de la sociedad civil. De este modo se persigue superar la perspectiva emergencista y asistencial de los desastres, disponiendo un nuevo abordaje de los riesgos al demandar su consideración permanente en los procesos cotidianos de desarrollo de un territorio, para reducir la ocurrencia de desastres o minimizar sus efectos sobre la comunidad y sus bienes. Por lo tanto, este enfoque busca incorporar el concepto de prevención al momento de diseñar políticas públicas, que implica trabajar sobre la presencia de vulnerabilidades y amenazas.

#### **INTRODUCCIÓN**

En los últimos tiempos, las consecuencias de los desastres, tanto en términos de vidas humanas como económicos, se han incrementado debido a los desaciertos en los modelos de desarrollo, las formas de ocupación del territorio y la falta de planificación territorial. De este modo, el incremento

poblacional, el crecimiento acelerado de las ciudades, las urbanizaciones en zonas de riesgo, la informalidad urbana y la presión sobre los recursos naturales han aumentado la vulnerabilidad de la población frente a las amenazas naturales o antrópicas.

La doctrina señala que los desastres representan "problemas no resueltos del desarrollo" contradiciéndose con la idea de que los desastres son producto de extremos de la naturaleza haciendo impacto sobre una sociedad neutra o inocente. Al respecto se ha generado un importante cambio en la forma de abordar el riesgo pasando desde una concentración en los esfuerzos de socorro a la prevención y reducción de los riesgos, impulsando la incorporación del enfoque de riesgo en la planificación del desarrollo en la búsqueda del desarrollo sostenible.

En virtud de que existe una conexión indiscutible entre riesgo y desarrollo, surge la importancia de comenzar a incorporar dicha variable en la planificación territorial a fin de reducir las vulnerabilidades y eliminar, controlar o mitigar los efectos de los desastres. Precisamente, la ley provincial 2713 tiene por objeto incorporar el enfoque de riesgo en las políticas de planificación y desarrollo territorial de la Provincia del Neuquén.

#### **MARCO LEGAL E INSTITUCIONAL.**

La ley provincial 2713 sancionada en Agosto de 2010 tiene por objeto incorporar el enfoque de riesgo en las políticas de planificación y desarrollo territorial de la Provincia del Neuquén, siendo complementaria a la legislación provincial sobre Defensa Civil (Ley 841, su Decreto Reglamentario Nº 1071/76 y el Decreto Nº 0975/08).

La Ley 2713 se enmarca en lo dispuesto en el Artículo 41º de la Constitución Nacional que reconoce el derecho a gozar de un ambiente sano y equilibrado, incluyendo en el paradigma de la sustentabilidad, que busca en el nombre de futuras generaciones, la compatibilidad ambiental y el desarrollo equitativo ante los procesos económicos globales. Además responde a los objetivos estratégicos establecidos en el Marco de Acción de Hyogo.

Se designa como autoridad de aplicación de la Ley a la Subsecretaría del Consejo de Planificación y Acción para el Desarrollo- COPADE, organismo previsto en la Constitución Provincial de destacada trayectoria en materia de planificación, que trabajará de manera coordinada y en cooperación con la Dirección Provincial de Defensa Civil.

A tales efectos, se considera al riesgo como "la probabilidad de daños que se producen en una comunidad determinada como resultado de la ocurrencia de cualquier fenómeno adverso de origen natural o antrópico. El riesgo es el resultado de la interacción de dos factores, la amenaza y la vulnerabilidad".

De este modo, se lo define como producto de acciones y decisiones concretas ya que toda intervención que se emprende sobre un territorio es parte de la construcción de un escenario de mayor o menor riesgo, lo cual determina la intensidad de las consecuencias de un fenómeno adverso o desastre. Por lo tanto, el enfoque de riesgo busca incorporar el concepto de prevención y de manejo de los riesgos en las políticas públicas de planificación y desarrollo territorial, suponiendo una gestión integral de riesgo.

Incorporar la variable del riesgo en la formulación y aplicación de los planes estratégicos territoriales es una cuestión transversal a los distintos organismos de gobierno, provinciales y locales, que requiere compromiso político, la comprensión de la comunidad y el conocimiento. No implica agregar un capítulo adicional de análisis a un plan de desarrollo o a un proyecto de inversión, sino que es una manera de pensar el desarrollo, dado que el estado a la hora de formular las políticas que orientan el desarrollo debe tener en cuenta el enfoque de riesgo, es decir, conocer cuáles son las amenazas y vulnerabilidades que existen a fin de evitar los desastres y/o disminuir sus efectos nocivos.

La norma señala los principios y conceptos básicos sobre los que se funda el enfoque de riesgo:

a) Principio de prevención: incorporar medidas y acciones en la fase preventiva, previa a la ocurrencia de desastres para evitarlos y disminuir el riesgo. Implica incorporar conductas proactivas.

b) Principio de responsabilidad compartida: implica la colaboración, participación y las acciones de todos los actores involucrados para garantizar la generación de espacios seguros y sustentables, mitigar el riesgo y evitar la ocurrencia de eventos adversos.

c) Principio de participación: implica la participación de los distintos sectores que integran la sociedad, tanto en la identificación de los problemas y necesidades como en la formulación de estrategias de resolución, y en los procesos de gestión y control.

d) Principio de coordinación: implica la coordinación de procedimientos y acciones interinstitucionales y multisectoriales.

e) Principio de articulación: implica la articulación entre los distintos niveles de gobierno -nacional, provincial y municipal- en un contexto de respeto de las autonomías y competencias de cada jurisdicción.

f) Amenaza: es la posibilidad de ocurrencia de fenómenos y/o procesos de origen natural o humano, que potencialmente pongan en peligro la vida y las condiciones de vida de las personas, la infraestructura básica de las poblaciones, los recursos económicos y naturales, y el medioambiente. Las amenazas pueden ser de origen natural o antrópico. Se entiende por amenazas de origen natural a los fenómenos propios del funcionamiento natural de la tierra, como por ejemplo sismos, inundaciones, sequías. Se entiende por amenazas de origen antrópico a aquellas originadas por actividades humanas.

g) Vulnerabilidad: es la condición de susceptibilidad, fragilidad o grado de exposición de la estructura social, económica, institucional y/o de infraestructura de una región frente a una amenaza. La vulnerabilidad de una sociedad se manifiesta en diferentes dimensiones interrelacionadas: física, económica, social, institucional, cultural y política.

h) Desastre: es la situación que se da cuando un territorio ve comprometida y superada su capacidad de resistencia y recuperación frente a las consecuencias de un evento adverso de origen natural o antrópico.

i) Gestión integral de riesgo: es un proceso continuo, multidimensional, interministerial y sistémico de formulación, adopción e implementación de políticas, estrategias, prácticas y acciones orientadas a reducir el riesgo y sus efectos, así como también las consecuencias posdesastres, que comprende las siguientes etapas: gestión de la amenaza y gestión de la vulnerabilidad (que se corresponde con la prevención y mitigación), gestión de la emergencia y gestión de la rehabilitación y la reconstrucción.

j) Análisis de riesgo: comprende el uso de toda la información disponible y la generación de nueva información que sea necesaria, para conocer acabadamente las múltiples causas del riesgo y prever la ocurrencia de eventos adversos y sus consecuencias.

k) Mapas de riesgo: Los mapas de riesgo son representaciones cartográficas que permiten visualizar la distribución de determinados riesgos de desastre en un territorio específico, a partir de la combinación de mapas de amenazas y vulnerabilidades.

l) Mitigación: es el conjunto de acciones destinadas a disminuir el riesgo y los efectos generados por la ocurrencia de un evento adverso.

Los objetivos de la Ley son:

a) Incorporar el enfoque de riesgo en las políticas de planificación y desarrollo territorial a fin de prevenir y reducir el riesgo y la ocurrencia de desastres.

b) Aumentar la seguridad de los asentamientos humanos y proteger el medioambiente mediante la identificación, reducción y control de las condiciones de riesgo.

c) Promover la generación de un Sistema de Gestión Integral de Riesgo que involucre a todos los organismos públicos, privados y de la sociedad civil competentes, en un proceso continuo, sistémico, sinérgico y multidimensional.

d) Promover una gestión integral del riesgo operativa, sustentable y duradera con la participación coordinada de los diversos actores del sector público, privado y de la sociedad civil.

e) Impulsar el desarrollo de planes, programas y proyectos referidos a la gestión integral del riesgo y otras acciones derivadas en los ámbitos provinciales y locales.

En este sentido, la Subsecretaría del COPADE ha formalizado el marco institucional para introducción de la dimensión del riesgo en la planificación territorial creando en su estructura orgánica-institucional un área específica.

Las funciones que la Ley le otorga a la Subsecretaría del COPADE en carácter de Autoridad de Aplicación son:

a) Producir la incorporación del enfoque de riesgo en las políticas de planificación de todas las áreas de la Administración Pública provincial.

- b) Integrar los esfuerzos públicos, privados y de la sociedad civil a fin de garantizar un manejo eficaz y eficiente de los recursos humanos, técnico-administrativos, logísticos y económicos necesarios para garantizar el correcto funcionamiento de la Red Provincial de Riesgo.
- c) Coordinar las actividades de las entidades públicas, privadas y de la sociedad civil a tales efectos.
- d) Colaborar en la realización de estudios de análisis de riesgo y mapas de riesgo en todo el territorio provincial.
- e) Desarrollar y mantener actualizada la información pertinente para la prevención y gestión integral de riesgo.
- f) Fomentar la incorporación del enfoque de riesgo en los programas de educación formal.
- g) Promover el desarrollo de un sistema de capacitación en enfoque de riesgo y gestión integral de riesgos para funcionarios y miembros de la comunidad.
- h) Fortalecer el desarrollo institucional en todo lo referido al enfoque de riesgo y la gestión integral de riesgos.
- i) Promover y fortalecer la participación ciudadana en materia de gestión integral de riesgos.
- j) Asistir técnicamente a los municipios que lo solicitaren, hubieran o no adherido al régimen de la presente Ley.
- k) Asistir técnicamente a los integrantes de la Red Provincial de Riesgo para la elaboración de sus planes o programas cuando así lo requieran.

### **LA RED PROVINCIAL DE RIESGO**

La Ley 2713 crea la Red Provincial de Riesgo como el conjunto de interacciones, procedimientos, políticas, acciones, actividades e instituciones de la Provincia del Neuquén, que permitan la puesta en marcha y concreción de los objetivos contenidos en esta Ley, señalando que se conformará por conformada por la Dirección Provincial de Defensa Civil, la Subsecretaría del COPADE, las áreas de planificación de todos los organismos de la Administración Pública provincial centralizada, descentralizada, entes autárquicos y empresas del Estado, la Subsecretaría de Desarrollo Municipal e Institucional, los Municipios y comisiones de fomento que adhieran a la ley y cualquier otro organismo que la autoridad de aplicación determine.

En este marco, se propone la conformación de la Red Provincial de Riesgo como un ámbito de articulación entre todos los organismos con áreas de planificación y gobiernos locales a fin de introducir el Enfoque de Riesgo en las políticas públicas para reducir los riesgos de desastres, que implica el intercambio de información y la coordinación de tareas para abordar el tema desde un enfoque integral.

El proceso de conformación de la red iniciado en abril de 2012 y coordinado por el COPADE comenzó con una instancia de sensibilización y capacitación a los distintos de la administración provincial y gobiernos locales.



De este modo, se realizó una jornada de conformación de la Red, convocando a los actores claves, quienes vislumbraron las siguientes debilidades a la hora de la implementación de la Ley 2713:

- Históricamente, se tiene un enfoque emergencista sobre el riesgo. La etapa de preparación y atención de la emergencia no ha estado vinculada a la planificación del desarrollo y el uso del suelo.
- Escasa percepción del riesgo como un elemento condicionante del desarrollo.
- Ausencia de una cultura de prevención.
- Falta de articulación y colaboración entre los actores vinculados a la temática del riesgo y la planificación.
- Conflictos por competencias sectoriales.
- Información relativa a amenazas y vulnerabilidades dispersa en distintos organismos, de difícil acceso. Necesidad de generar nueva información.
- Ausencia de la comunidad en la construcción de esa información.
- Necesidad de fortalecimiento institucional.
- Marco legal disperso.
- Falta de un Plan de Ordenamiento Territorial con enfoque de gestión del riesgo.

Asimismo, se detectaron las siguientes fortalezas:

- Existencia de un marco normativo que determine la obligatoriedad de incorporar el enfoque de riesgo en la planificación (Ley 2713)
- Creación de la Red Provincial de Riesgo, como una mesa de diálogo, donde confluyen representantes de múltiples sectores; en esta mesa se podría ver cómo resolver las tensiones entre ellos.
- COPADE como organismo de planificación que puede coordinar este proceso.
- Instrumentos de planificación vigentes.
- Existencia de información sobre amenazas y vulnerabilidades.
- Proyectos de ley de Gestión Integral del Riesgo.
- Existencia de actores claves que puedan acompañar este proceso.

En base a lo expuesto, han sido consideradas como prioritarias para las siguientes acciones:

- Generar acciones de sensibilización sobre la importancia de incorporar el enfoque de riesgo en la planificación, conscientes de que se trata de un proceso que recién inicia y demanda un fuerte compromiso político.
- Conformar la Red Provincial de Riesgo como un ámbito de cooperación y articulación entre los distintos actores vinculados a la gestión del riesgo de desastres y la planificación.
- Generar capacidades sectoriales/locales a fin de comenzar a incorporar el enfoque de riesgo en la planificación, por lo cual se desarrollará un sistema de capacitación y fortalecimiento institucional.
- Mejorar el conocimiento sobre el riesgo, siendo necesario de generar un sistema de información, a nivel de detalle local, regional y provincial, como base para la planificación.
- Establecer metodologías y diseñar instrumentos concretos que permitan incorporar el enfoque de riesgo en los programas de desarrollo y proyectos de inversión pública.
- Gestionar mecanismos de financiación.
- Diseñar una estrategia de protección financiera frente a los desastres.

Asimismo, resultó clave la articulación con los distintos actores involucrados tanto a nivel nacional como provincial y local. Varios municipios adhirieron por ordenanza -tal es el caso de Las Lajas, Aluminé y Villa La Angostura- y también se sumaron las comisiones de fomento de El Sauce y Santo Tomás, la Legislatura provincial, la Autoridad Interjurisdiccional de Cuencas, el Comité Interjurisdiccional del Río Colorado, la Facultad de Humanidades de la Universidad Nacional del Comahue, los Parques Nacionales Lanín y Nahuel Huapi, el Instituto Nacional de Tecnología Industrial, Hidenesa, Corfone, NeuquénTur, Agencia para la Promoción y Desarrollo de Inversiones del Neuquén, la dirección Provincial de Defensa Civil, Seguridad Vial, Policía, Recursos Hídricos, el Ente Provincial de Termas, la Oficina Provincial de TIC's, las subsecretarías de Gobiernos Locales, Seguridad, Turismo, Obras Públicas, Familia, Niñez y Adolescencia, Planificación y Servicios Públicos, Salud, Tierras y Medio Ambiente.

La red presenta una dinámica y metodología de trabajo propia, que se caracteriza por reuniones periódicas plenarias o temáticas. Estas últimas resultan de la conformación de mesas técnicas por amenazas (ej. Inundaciones, Contaminación, etc.) integradas en función a las competencias de cada organismo.

En el marco de la Red se conformó un Sistema de Información, con el objeto de recopilar y almacenar la información existente sobre riesgos dispersa en diversos organismos, donde cada integrante pone a disposición del resto los datos que posee su institución en un espacio virtual y de esta manera facilitar su acceso.

Asimismo se diseñó un sistema de fortalecimiento institucional y capacitación, brindando cursos abiertos a funcionarios y la comunidad sobre la importancia de incorporar este enfoque en los planes de desarrollo.

### **PROGRAMA PROVINCIAL DE REDUCCION DE RIESGO DE DESASTRES Y ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO.**

En virtud del convenio suscripto en el mes de Agosto de 2012 entre la Subsecretaría de Planificación Territorial de la Inversión Pública dependiente del Ministerio de Planificación Federal, Inversión Pública y Servicios Públicos de la Nación y la Subsecretaría del COPADE, el gobierno nacional brindó asistencia técnica para la formulación e implementación del Programa Provincial de Reducción del Riesgo de Desastres y Adaptación al Cambio Climático en la Provincia de Neuquén, que entró en vigor en Octubre de 2012.

El objeto del programa consiste en contribuir a la reducción del riesgo de desastres y la adaptación al cambio climático tomando como marco de análisis al Plan Estratégico Territorial.

El programa cuenta con cuatro componentes, que se resumen a continuación:

- Componente 1. Escenarios de riesgo en el marco de la Planificación Territorial. Identificar y dimensionar las amenazas y vulnerabilidades del territorio, proponiendo medidas no estructurales que acompañen las acciones de prevención y mitigación.
- Componente 2. El riesgo de desastres en el marco de la Inversión Pública: generar las condiciones necesarias para que la provincia pueda incorporar el análisis del riesgo de desastres como una dimensión de referencia en el proceso de elegibilidad de un proyecto de inversión pública.

- Componente 3. Infraestructura de datos espaciales (IDE) destinada a la confección de cartografía de riesgo. Incorporar un sistema de información geográfico para la gestión del riesgo y el ordenamiento territorial.
- Componente 4. Acciones de prevención y respuesta en municipios de alta exposición a riesgo. detección de áreas críticas frente a diferentes amenazas, factores de vulnerabilidad a nivel local y la existencia de mecanismos autónomos de adaptación al cambio climático.

Producto del desarrollo del componente I, en el marco de la Red Provincial de Riesgo, se decidió regionalizar la provincia en seis áreas, comenzando con la realización del diagnóstico de riesgo de la zona norte de la Provincia. La metodología consistió en relevamiento de información en organismos provinciales, trabajo de campo, entrevista a actores locales, consultas a informantes claves. Dichos datos se volcaron en un documento diagnóstico que permitió la identificación de áreas críticas.

Se proyecta la culminación del componente I durante el año 2013, dando como insumo un diagnóstico a nivel provincial y regional, que sirvan de sustento a la efectiva incorporación del enfoque de riesgo en el proceso de planificación por parte de los organismos del gobierno provincial y local. Asimismo, brindará las bases para realizar el ordenamiento territorial de la provincia.

## CONCLUSIONES.

Neuquén, una provincia que ha sido escenario de eventos adversos con significativos impactos para su población y bienes, ha sido pionera a la hora de dictar una norma que persiga aunar la planificación del desarrollo y gestión del riesgo de desastres.

Este proceso que se encuentra en marcha ha encontrado obstáculos que ha sabido sortear para su efectiva aplicación, siendo uno de los pilares claves la conformación de un espacio de articulación y trabajo conjunto que ha implicado la Red.

La incorporación del enfoque de riesgo en la planificación no va en contra de los organismos de respuesta ni compite con ellos, sino que es una necesidad imperiosa de los decisores públicos, para que puedan orientar sus acciones a la prevención de los desastres y tener una respuesta adecuada ante los eventos. Por ello la importancia de que formen parte activa de la Red, dando la posibilidad a los organismos de respuesta de participar de un ámbito de decisión.

Cabe destacar el rol del sector científico en la Red, al aportar información importante para la toma de decisiones y el fortalecimiento institucional.

Cada día los riesgos adquieren un carácter más desafiante, se complejizan, se expanden, trascienden fronteras, haciéndose más difícil su gobierno. En este marco, la alianza institucional entre los diversos actores vinculados a la temática que ha consolidado la Provincia del Neuquén es una herramienta fundamental para prevenir y reducir los riesgos de desastres y planificar el desarrollo territorial desde una nueva mirada.

#### 4.4- NECESIDAD DEL REORDENAMIENTO URBANO: MODELACIÓN DE LOS POTENCIALES IMPACTOS AMBIENTALES NEGATIVOS POR TERREMOTO SEVERO EN SANTIAGO DE CUBA, INCIDENCIA EN EL DESARROLLO HUMANO LOCAL

José Alejandro Zapata Balanqué<sup>1</sup>, Ilsa Martha Prieto Lescaille<sup>2</sup> y Sandra Yanetsy Rosabal Domínguez<sup>1</sup>

(1) CENAI: Centro Nacional de Investigaciones Sismológicas. Calle 17 No. 61 entre 4 y 6, Reparto Vista Alegre. Santiago de Cuba, Cuba.

(2) OCC: Oficina del Conservador de la Ciudad. Heredia entre Corona y Santo Tomás. Santiago de Cuba. zapata@cenais.cu

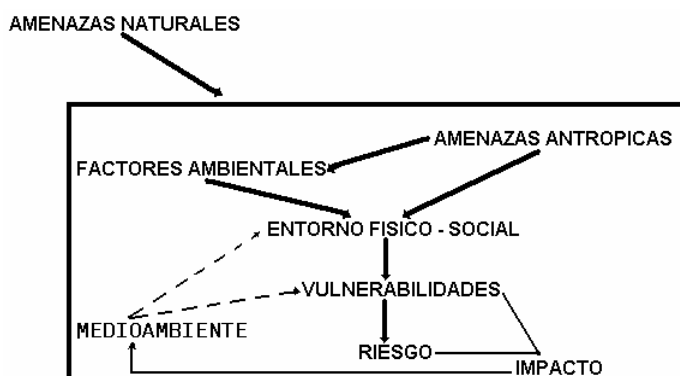
##### RESUMEN

La solución necesaria de los problemas ambientales producto del desarrollo industrial y urbano de las ciudades impone pensar en el reordenamiento urbano con fines de desarrollo humano local. Para ello se propone modelar los impactos y efectos negativos por un terremoto severo en los escenarios críticos como la cuenca - ciudad - bahía de Santiago de Cuba que permita evaluar los puntos críticos y proponer acciones preventivas y correctivas compensatorias. Para la modelación del escenario cuenca - ciudad - bahía de Santiago de Cuba se siguieron criterios de Teoría General y Dinámica de Sistemas lográndose ajustar modelos a condiciones críticas extremas. Con la ecuación obtenida ajustada a las variables utilizadas se representó el modelo y con este se realizó el análisis para el fenómeno extremo definido.

Se presentan bajo estas condiciones las propuestas de intervención para reducir los impactos y daños asociados potenciales por un terremoto severo en correspondencia con las variables, subsistemas, relaciones e impactos establecidos durante la investigación y la incidencia de la comunidad en la solución de las problemáticas, así como nuevas áreas de desarrollo urbano con mejores tipologías y respuesta dinámica de los suelos.

##### INTRODUCCIÓN

Se presenta la necesidad del reordenamiento urbano de la ciudad de Santiago de Cuba y un grupo de propuestas de acciones necesarias para solucionar los problemas resultantes de la evaluación la línea base ambiental, la modelación de efectos extremos potenciales por un terremoto moderado o fuerte. Para ello se utilizaron informaciones de la Oficina Municipal de Estadísticas (OME, 2006), el Plan General de Ordenamiento Territorial y Urbano (DMPF, 2004), el mapa de Riesgo Sísmico de la ciudad (García et al., 2002) y la Modelación de los Impactos potenciales (Zapata et al., 2008). Además se incluyen acciones directas con la comunidad y los decisores orientadas al desarrollo humano local, sus niveles de percepción, preparación, actuación y prevención.



< Figura 1. Elementos que intervienen durante las evaluaciones y estudios de impacto ambiental (Zapata, 2003).

La necesidad del manejo y gestión del desarrollo urbano de ciudades densamente pobladas e industrializadas ha sido uno de los problemas más complejos enfrentados

por ordenadores y planificadores en los últimos tiempos del pasado siglo, lo cual en un análisis integrado del aumento de las amenazas naturales, de los elementos y estructuras vulnerables, los errores tecnológicos y humanos y la antropización de los escenarios físicos construidos, han causado un elevado número de pérdidas materiales y humanas y la involución en el desarrollo de las sociedades que padecen estos fenómenos. La ciudad de Santiago de Cuba no ha sido ajena a esta situación y después de 1985 muchos profesionales sectorialmente, han realizado esfuerzos y presentado acciones para minimizar y mitigar los efectos potenciales en la ciudad en caso de ocurrir un terremoto con características similares a los de 1766, 1852 y 1932 (Chuy, 1999).

## CONCLUSIONES

Los problemas principales radican en:

- Densidad poblacional elevada y alto número diario de población flotante.
- Problemas en el estado constructivo del fondo habitacional, por el estado y calidad del fondo habitacional.
- La localización de asentamientos poblacionales en zonas donde las variaciones de intensidades son elevadas y puede aparecer los fenómenos de licuación y deslizamiento.
- Número elevado de fuentes contaminantes dentro de la zona urbanizada en especial las gaseosas, que traen consigo zonas insalubres y existencia de áreas marginales.
- Ordenamiento urbano inadecuado e infraestructura técnica muy antigua y en estado deplorable.

Medidas para la solución de la elevada densidad poblacional y el fondo habitacional entre regular y mal de la zona urbana:

- Realizar un levantamiento detallado de la tipología constructiva, edad y estado técnico del fondo habitacional, instalaciones de servicios y estructuras sociales.
- Realizar detallados estudios sociológicos y demográficos que definan la estabilidad, nivel de movilidad y estado migratorio de la población santiaguera.
- Estudios de peligro, evaluación de vulnerabilidad y análisis de riesgo en el sector residencial y en objetivos económicos, haciendo énfasis en instituciones de educación y salud.
- Planificación de la reducción de la vulnerabilidad estructural, no estructural y funcional.
- Aplicación del proceso de compatibilización y de control de las medidas sismorresistentes en el proceso de ubicación, proyección y ejecución de las nuevas construcciones o en la remodelación o ampliación de los construidos.
- Estudiar las nuevas áreas de desarrollo propuestas, proyectar las infraestructuras, complejos habitacionales y de servicios con los niveles de seguridad sísmica necesarios según las normativas existentes.

## REFERENCIAS

- Dixán, E. y Sagué, E. Situación de los desastres sísmicos en la ciudad de Santiago de Cuba. Reporte de Investigación. DMPF Santiago de Cuba. 25 pp. 2004.
- DMPF. Plan General de Ordenamiento Territorial y Urbanismo (PGOTU) de la ciudad de Santiago de Cuba. Dirección Municipal de Planificación Física. 95 pp. 2004.
- García, J., Zapata, J. A., Arango, E. D., Monnar, O., Chuy, T. J., Fernández, B. C., Reyes, C. R. y Oliva, R. Manejo y evaluación del riesgo sísmico en la ciudad de Santiago de Cuba, a partir de su implementación en un Sistema de Información Geográfica (SIG). En: Memorias del II Congreso Cubano de Geofísica y IV Conferencia Latinoamericana de Geofísica del 2002. En: Revista

“Nuevas Investigaciones Sismológicas en Cuba”. Editorial Academia. La Habana ISBN 959-02-0347-7. pp 73 – 82. 2002.

- Zapata, J. A. Estudios de escenarios para la disminución de los impactos negativos y manejo pre y post – desastres en zonas bajo riesgos. UNAICC, 10 pp. Abril 2003.
- Zapata, J. A.; Rosabal, S. Y.; Sagué, E. y Prieto, I. M. Modelación y cartografiado de impactos ambientales catalizados por amenazas naturales extremas con fines de ordenamiento territorial ambiental y manejo de riesgos. Caso de estudio ciudad de Santiago de Cuba. VI Convención Internacional sobre Medio Ambiente y Desarrollo. 10 pp. Julio/2007.
- Zapata, J. A.; Rosabal, S. Y.; Morejón, G.; Márquez, P. I.; Labiste, M. y Prieto, I. M. Modelación y cartografiado de los potenciales impactos catalizados por terremotos severos. Salida 4 del Proyecto Territorial 44 – 07/04 Modelación de los potenciales impactos ambientales negativos sobre la comunidad y el entorno por terremoto severo en Santiago de Cuba. 115 pp. Reporte de Investigación, Diciembre/2007.

#### **4.5- PROPUESTA PARA EL FORTALECIMIENTO DE UN PROCESO DE PLANIFICACIÓN ESTRATÉGICA CON ENFOQUE DE REDUCCIÓN INTEGRAL DEL RIESGO DE DESASTRES EN CATAMARCA. REPUBLICA ARGENTINA**

***Vilma Patricia Maldonado<sup>(1)</sup>***

(1) Programa Delnet de apoyo al desarrollo local. Centro Internacional de Formación (CIF) de la Organización Internacional del Trabajo (OIT). Curso de Reducción del Riesgo de Desastres y Desarrollo Local Sostenible. arqpatriciamaldonado@hotmail.com.

#### **RESUMEN**

Proyecto Final del Curso Reducción del Riesgo de Desastres y Desarrollo Local Sostenible (Año 2011), del Programa Delnet. Se formula un plan de acción de reducción del riesgo de desastres con perspectiva de fortalecimiento del desarrollo local sostenible, para la provincia de Catamarca. Argentina impulsa el Plan Estratégico Territorial, siendo un componente el Programa de Prevención Reducción de Riesgos y Desastres y Desarrollo Territorial al que Catamarca adhirió. El equipo provincial, coordinado por la Dirección de Planificación, identificó las amenazas y vulnerabilidades presentes en el territorio, a nivel general de la provincia y por departamentos. Con mayor incidencia de las amenazas hidrometeorológicas, ubicada en zona sísmica grado 2, Por su configuración territorial, presenta dificultades de accesibilidad y conectividad, resultando más compleja la gestión ante un evento de catástrofe. A pesar de los avances realizados, no se ha logrado instalar el tema de reducción de riesgo de desastres en la agenda de gobierno, se sigue con la concepción de atender emergencias o eventos con acciones puntuales. Con la metodología del Marco Lógico se formaliza una estrategia de intervención mediante un proceso de planificación estratégica para el fortalecimiento y creación de capacidades para las instituciones provinciales referentes en la materia.

#### **INTRODUCCIÓN**

A inicios del 2000, la Estrategia Internacional para la Reducción de Desastres (EIRD), instalada en el Sistema de Naciones Unidas, dio un nuevo impulso para la reducción de las condiciones de riesgo orientado a garantizar la sustentabilidad de los procesos de desarrollo. La Estrategia EIRD se centra en un cambio conceptual que va de la protección de los peligros al manejo del

riesgo a través de la incorporación de la prevención y reducción del riesgo de desastres al proceso de planificación del desarrollo.

La Republica Argentina, adhirió a dicha iniciativa, impulsando, con apoyo del Programa de Naciones para el Desarrollo (PNUD), el Programa Nacional de Prevención, Reducción de Riesgos y Desastres y Desarrollo Territorial (PNRRD), llevado a delante por el Ministerio de Planificación General, Inversión Pública y Servicios, a través de la Subsecretaría de Planificación Territorial de la Inversión Pública (SSPTIP). El marco de referencia de dicho programa es el Plan Estratégico Territorial (PET), cuya finalidad es poner en marcha una política de desarrollo territorial estratégico.

Siendo el objetivo del programa el: “Promover la instalación de la prevención y reducción de riesgos de desastres como política de Estado; e incluir el riesgo de desastres como una dimensión de referencia en la planificación del desarrollo y ordenamiento territorial y la evaluación de proyectos de inversión pública”. Se pretende con dicho objetivo estratégico, que se considere la cuestión del riesgo de desastre como uno de los factores clave a la hora de diseñar las políticas, planes y proyectos a ejecutar para alcanzar el modelo territorial deseado.

La Provincia de Catamarca, adhirió a dichas iniciativas y asignó la tarea de coordinación a la Dirección Provincial de Planificación, constituyendo el inicio de una nueva etapa al considerar la problemática de riesgo, en la planificación territorial. En ese contexto, se conformó un equipo interdisciplinario e interinstitucional que identificó las amenazas y factores de vulnerabilidad presentes en el territorio provincial. Las mismas se presentan en el “Informe de Avance –Año 2007 Provincia de Catamarca”.

Cabe señalar que, en la segunda fase del PET, se logra incorporar específicamente la dimensión de riesgo de desastres, en el análisis del modelo territorial actual y se reformula uno de los objetivos particulares, expresando lo siguiente: “Garantizar la gestión sustentable y adecuada del ambiente y la construcción de territorios más seguros a través de la reducción de riesgos naturales y antrópicas”.

Lo expuesto significa un importante avance, pero hasta el momento, no se han delineado estrategias, ni mecanismos a fin de incorporar expresa y efectivamente la consideración del riesgo de desastres en la planificación y el ordenamiento del territorio.

### **MARCO CONCEPTUAL**

La reducción del riesgo de desastres es un proceso permanente de análisis, planificación, toma de decisiones e implementación de acciones destinadas a corregir las vulnerabilidades acumuladas a lo largo de los procesos de desarrollo y a mitigar, prevenir y, en el mejor de los casos, evitar que los efectos de un fenómeno potencialmente destructor ocasionen daños o trastornos severos en la vida de las personas, los medios de subsistencia y los ecosistemas de los territorios. Se relaciona con medidas que deben ser asumidas e implementadas por el conjunto de la sociedad en los diferentes momentos, espacios y dimensiones del desarrollo (Delnet/CIF/ OIT).

Por lo tanto la reducción y gestión del riesgo de desastres, no debe entenderse como una actividad puntual que obedece a acciones aisladas o coyunturales, sino como un componente que se integra horizontalmente en todas las actividades de un territorio, es parte del proceso de desarrollo y de la planificación estratégica del mismo.

La planificación estratégica es, a la vez, una herramienta y un proceso que permite construir una visión integradora del desarrollo local, incorporando en todas sus etapas aspectos económicos, sociales, políticos, ambientales y culturales, y poniendo en valor el papel del territorio y de sus actores. Efectivamente en los procesos de desarrollo, las principales herramientas con que cuenta una comunidad son las propias habilidades y fortalezas.

## **METODOLOGÍA**

Se utilizó el EML (Enfoque Marco Lógico), integrándolo en la gestión del ciclo del proyecto. La Matriz del “Marco Lógico”, es una manera de estructurar los principales elementos de un proyecto, subrayando los lazos lógicos entre los insumos previstos, las actividades planeadas y los resultados esperados, definiendo el plan de acción.

El EML, se desarrolla a través de un proceso de 9 pasos: 1) análisis de situación, 2) Análisis de participación/ análisis de actores, 3) Análisis de problemas, 4) Análisis de objetivos 5) Plan de actividades, 6) Plan de recursos, 7) Indicadores, 8) Análisis y gestión de riesgos, 9) Análisis de los factores externos.

Para el análisis de situación (conocer la problemática existente en el territorio) se desarrolló un proceso de Evaluación de Riesgo. Se sintetiza en una matriz que permite visualizar las principales amenazas (ya sean de origen natural, socio natural o antrópicas), vulnerabilidades, valorando las capacidades locales y el riesgo existente o futuro, resultante de enfrentar estas capacidades a las amenazas y vulnerabilidades. Identificados los destinatarios directos (beneficiarios) e indirectos, se realiza un análisis de las capacidades de gestión y financiamiento de las organizaciones involucradas, incluyendo la definición de roles y responsabilidades.

Luego se desarrolla, según las fases de un proceso de planificación estratégica, un cronograma de actividades con el presupuesto de los recursos necesarios para su ejecución. Finalmente se define el modo de seguimiento y evaluación del proyecto, es decir se formaliza una propuesta de acción para hacer operativo el objetivo del PET, que incorpora la dimensión de riesgo.

## **PRESENTACION DEL TERRITORIO**

La provincia de Catamarca ubicada en la región del Noroeste Argentino, tiene una superficie de 103.754 Km<sup>2</sup> y clima continental, templado y seco. La superficie se encuentra ocupado en un 80% por cordones montañosos que definen valles y quebradas interconectados entre si, constituyendo cuatro regiones, delimitados por estos cordones, que influyen en las cualidades climáticas, determinan las principales divisorias de aguas y tienen consecuencias en el asentamiento y las actividades humanas: Región Centro, Región Este, Región Oeste, Región de la Puna.

Con un marcado déficit hídrico y estacionalidad de las precipitaciones, presenta tres categorías climáticas: Tropical Serrano, Árido de Sierras y Bolsones, Andino Puneño.

El Estado Provincial, está constituido por 16 departamentos y 36 municipios, el censo 2010 registró una población de 367.820 habitantes con una densidad media de 3,67 Habitantes/Km<sup>2</sup>. La Ciudad de San Fernando del Valle de Catamarca, cumple el rol de capital de la provincia, ubicada en la región centro, conforma con los departamentos Valle Viejo y Fray Mamerto Esquiù, el Área Gran



Catamarca. Con una fuerte concentración (54,4 %) de la población urbana (74%) y la mayoría de las actividades económicas, administrativas y de servicio.

En el aspecto normativo, se destaca la Ley de Defensa Civil, del año 1973, establece, que el Gobernador de la provincia tendrá a su cargo la planificación, organización, promoción, coordinación, control y dirección de la defensa civil y eventualmente la conducción de las operaciones de emergencia dentro del ámbito provincial. Fijando la misma responsabilidad para los intendentes.

En cuanto a la situación socioeconomía, persisten algunas dificultades para garantizar equidad en el acceso a la salud, la educación y el conocimiento. La dispersión de la población y las deficiencias en la conectividad interna dificulta el acceso a centros sanitarios y educativos de mayor complejidad. Se suma a esto un incremento de la demanda de servicios de salud al sector público, producto de la situación socioeconómica. En la última década se registra un sensible progreso en la salud, con una situación sanitaria ventajosa y disminución de indicadores de mortalidad infantil. En cuanto a la educación se evidencian progresos en los niveles de escolarización pero con baja calidad educativa. . (PET)

La provincia se perfila como productora primaria, en la extracción de oro y plata, producción olivícola, Nopalera y producción terciaria con potencial turístico sustentado en un relevante patrimonio cultural y natural. Los indicadores macroeconómicos reflejan un crecimiento favorable, sin embargo existen limitaciones en la generación de trabajo y distribución del ingreso. (PET)

La estructura del territorio es de funcionamiento focal (hacia la capital), conectado por una red vial condicionada por la topografía, generando fuertes limitaciones de conectividad. Los sistemas microrregionales del Este y Oeste, están poco integrados a la estructura interna, con una estructura de funcionamiento radial hacia la capital provincial, conectado por una red vial condicionada por barreras geográficas que dificultan su integración. La población rural (35 %), tiene limitadas oportunidades de desarrollo debido a dificultades de accesibilidad a centros con adecuado equipamiento y servicios.

El uso del suelo está vinculado a la presencia de agua apta para el consumo humano y el desarrollo de la actividad productiva, siendo la mayor intensidad de uso se concentra en el área de Gran Catamarca.

## **ESTADO DE SITUACIÓN: AMENAZAS, VULNERABILIDADES, CAPACIDADES, RIESGO.**

### **AMENAZA**

La amenaza, es un peligro latente. Es la posibilidad de que la ocurrencia o la concreción de un evento físico (de origen natural o humano) potencialmente destructor, pueda causar algún tipo de daño a las personas, los bienes y ecosistemas de un territorio (huracán, sismo, incendio, explosión, deslizamiento, contaminación, etc.). Las amenazas pueden ser: de origen natural, socio natural y antrópico.

Para la identificación de amenazas y vulnerabilidades presentes en el territorio, se adoptó la división política departamental como unidad de análisis por la disponibilidad de información censal, facilitando su integración en un SIG.

Las principales amenazas corresponden a dos fenómenos hidro-meteorológicos opuestos: inundaciones y sequías con una incidencia inferior a un tercio en comparación con las inundaciones. Cabe destacar que gran parte de los departamentos afectados por las sequías, años más tarde registran problemas de inundación. Respecto a la criticidad de múltiples procesos en un área determinada, el Departamento Santa María registra afectación muy alta de los procesos de desertificación, erosión eólica e hídrica. Estos dos últimos procesos también se registran en los departamentos de: Andalgala, Tinogasta y Valle Viejo.



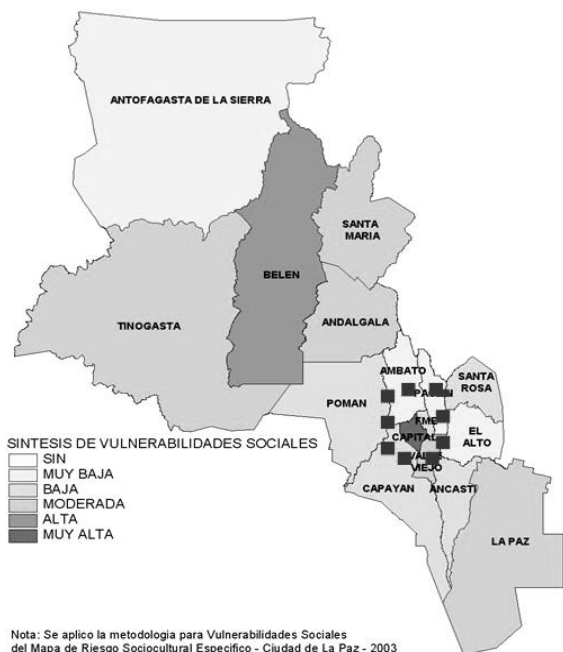
< Figura 2. Mapa Síntesis de Amenazas. Provincia de Catamarca Programa de Prevención y Reducción de Riesgos y Desastres y Desarrollo Territorial .Año 2007.

**VULNERABILIDAD**

La vulnerabilidad, es la predisposición o susceptibilidad física, ambiental, económica y social a sufrir daño. La vulnerabilidad o factor de riesgo, interactúa con las amenazas para perfilar condiciones amplias de riesgo, dimensionadas de forma diferenciada, social y territorialmente.

Teniendo en cuenta el perfil socioeconómico de la provincia de Catamarca, se concluye que los departamentos más vulnerables son aquellos que presentan mayor cantidad de habitantes, corresponde a Capital, que tiene un 41% más de población que el resto de los departamentos (aunque su indicador de NBI sea menor que el resto). El departamento Belén, segundo en población, y con alto NBI, le sigue con alta vulnerabilidad.

**SINTESIS DE VULNERABILIDADES SOCIALES**



< Figura 3. Mapa síntesis de vulnerabilidad. Provincia de Catamarca. Programa de Prevención y Reducción de Riesgos y Desastres y Desarrollo Territorial. Año 2007.

**CAPACIDADES**

Se identifican las fortalezas, oportunidades y recursos con que cuentan las autoridades y la comunidad para hacer frente a las amenazas e implementar acciones para reducir el riesgo. Se destacan las siguientes:

- Por el marcado déficit hídrico, se están construyendo obras de infraestructura hídrica (diques, canales de riego) para sector productivo
- Defensa Civil, Bomberos, Policía y Salud cuentan con personal entrenado para atención de emergencias y desastres.

- Conformación del Centro de Operaciones de Emergencia (COE).
- Un municipio (Belén) constituyó el área de Defensa Civil.
- Mediciones con aforos en ríos.
- Se instalan estaciones meteorológicas.
- Toma conciencia sobre riesgo sísmico, se iniciaron simulacros en colegios.
- Restauración de edificios de valor patrimonial.
- Adaptación de algunos edificios (universidad) según normas para evacuación.
- Puesta en vigencia de protección de bosque nativo. Secretaria de Ambiente inicia controles.
- Programas de control minero ambiental.
- Conciencia social sobre pérdidas económicas y ambientales que generan los incendios.
- Disponibilidad de capacidad científica, técnica e institucional para proceso de gestión de reducción de riesgos y respuesta a desastres.
- Mayor autonomía de los municipios (ley de coparticiparon municipal y de regalías mineras).
- Existencia de normas vinculadas al tema de prevención (protección de bosque nativo, evaluación de impacto ambiental para inversiones mineras, obras de infraestructura y emprendimientos productivos de envergadura.
- Constitución del Equipo de Trabajo Interinstitucional de Sistemas de Información Geográfica. Publicación del Geoportal Atlas Catamarca con servicios de Infraestructura de Datos Espaciales (IDE).
- Actitud solidaria de la población

## RIESGO

El análisis del riesgo se plantea a partir de cuatro fases fundamentales: análisis y conocimiento del territorio, análisis de la amenaza, análisis de la vulnerabilidad y evaluación del riesgo. Este último requiere evaluar en forma profunda cuál es la verdadera dimensión del problema y determinar los niveles de riesgos. Del análisis realizado en Catamarca se destaca:

- Mayor exposición en el interior (oeste) por demora en llegar con la respuesta
- Afectación a la producción agropecuaria.
- Pérdida de empleo. Emigración de jóvenes.
- Colapso de viviendas, infraestructura y servicios.
- Pérdida de edificios de valor patrimonial
- Pánico.
- Pérdida de vidas
- Pérdidas económicas
- Afectación actividad turística

## SITUACIÓN DE LA GESTIÓN DEL RIESGO EN CATAMARCA.

Con el Programa de Prevención de Riesgo de Desastres, se avanzó en la identificación de las amenazas y vulnerabilidades presentes en el territorio, a nivel general de la provincia y por los 16 departamentos. Siendo necesario profundizar a nivel municipal para riesgos específicos.

Pero el programa no ha tenido la suficiente difusión y no se han generado las instancias institucionales para incorporarlo como política de Estado. Como está instrumentado en la provincia hasta el momento no es sustentable, no existe una actitud proactiva de las instituciones que han participado del programa. Tampoco se ha involucrado al sector legislativo, el sector privado y la comunidad en general.

Es necesario destacar que para emprender una tarea tan compleja como un proceso de reducción de riesgos y preparativos ante los desastres, se precisa una voluntad política real por parte de las autoridades locales, lo que implica además la disponibilidad de recursos materiales, financieros y humanos. En ese sentido se puede señalar que, si bien se ha incorporado la dimensión de la reducción del riesgo de desastres en el PET, hasta el momento, no se han delineado estrategias, ni mecanismos a fin de incorporar expresa y efectivamente la consideración del riesgo de desastres en la planificación y el ordenamiento del territorio.

Si bien se destacan los esfuerzos que realizan diferentes entidades nacionales o provinciales conducentes a la reducción de riesgos, tal el caso de la creación del Centro de Operaciones de Emergencia (COE) como mecanismo provincial de coordinación, que involucra al sector público y sociedad civil, que ha tenido muy buen nivel de respuesta para distintos eventos (epidemia del dengue, gripe A). Pero las mismas siguen siendo en general aisladas y temporales.

En cuanto al Sistema provincial de Defensa Civil, no cuenta con un plan estratégico que fije lineamientos para sus acciones, tampoco cuenta con planes de preparativos ni planes de contingencia. Siendo necesario actualizar la ley de creación que data de la década de los 70 (ley Nº 2.580), ya que no contempla la prevención y gestión del riesgo, desde la perspectiva que hoy se trata. Se puede señalar que presenta una alta vulnerabilidad institucional con insuficiente capacidad de gestión de defensa civil.

Respecto a la situación del sistema de Bomberos se puede señalar que cuenta con la central en la capital provincial y solo existen Bomberos Voluntarios en las Ciudades de Andalgalà, Chumbicha, Santa María, Tinogasta, Fiambalá, y Pomàn. Sobre un total de 36 municipios solo se ha conformado una Junta Municipal (Pomàn), porque a su vez, en los intendentes el tema de riesgo no está internalizado ni incorporado en su agenda, salvo la atención social ante determinados eventos (asistencia con colchones, alimentos, etc., para evacuados).

Por otra parte, las características físicas del territorio y el nivel de dispersión de la población, generan una gestión más compleja la gestión ante un evento de catástrofe, por las dificultades de accesibilidad (caminos de montaña, largas distancias) y comunicaciones deficitarias. Lo que exige un sistema de prevención y atención al interior de la provincia que sea lo suficientemente sólido y fuerte para llevar adelante una atención inmediata ante un evento, esto conlleva a implementar una sostenida política de descentralización hacia los municipios garantizando los medios necesarios para su óptimo funcionamiento.

En referencia a las principales prioridades de la población relacionadas con el riesgo de desastres se destacan: sismo, sequías, incendios, las dificultades de accesibilidad, el aislamiento de las comunidades del interior, presentando las situaciones mas criticas la población de los departamentos de Santa María y Tinogasta. A su vez la mayor parte de la población urbana localizada en la capital está expuesta al impacto de un sismo destructor.

En cuanto la gestión institucional, se puede señalar que se sigue con el manejo de los desastres enfocado prioritariamente hacia la atención de la emergencia durante y post desastre, a través de planes y programas de ayuda pública a los afectados. Las actividades de prevención están centradas, a la preparación para la respuesta o bien a los estudios de factibilidad, anteproyecto y la construcción de obras de infraestructura tendientes a proteger bienes y personas de distintas

amenazas (defensas en márgenes de ríos, obras viales en zonas de derrumbes, etc.). No se incluye a la población en la planificación de acciones para prevención del riesgo, con escasa coordinación entre los organismos competentes.

Para el análisis de los problemas, se identificaron también a los actores presentes en el territorio, su posición y relación de poder. Aquí cabe la aclaración que algunas situaciones planteadas como problema, no son percibidos de igual forma por todos ellos, y algunos problemas no son visualizados ni asumidos por la población en general. Aunque lentamente se va tomando conciencia sobre los problemas ambientales que generan los incendios, la deforestación.

Como ejemplo, se destaca que durante el sismo del año 2004 de 6,7 (escala de Richter), se puso en evidencia la falta de coordinación, entre autoridades y organismos especializados, situación agravada porque dejaron de funcionar los sistemas de comunicación, sumado con la falta de preparación de la población.

En cuanto al marco normativo, se destaca que no existe una ley de ordenamiento territorial y de usos del suelo; no existe un marco legal que incorpore la reducción de riesgo de desastres y tampoco un sistema de información que integre todos los eventos.

Si bien se rescatan los esfuerzos de las personas que pertenecen a los organismos responsables de responder en la emergencia, resulta imperioso que la reducción de riesgos de desastres forme parte de la agenda de gobierno, que sea considerada como política de Estado. Lo cual exige sensibilizar y concientizar a los tomadores de decisión de la necesidad de incorporar la reducción del riesgo de desastres para el desarrollo sostenible.

Por lo que se puede afirmar que Catamarca presenta “altas condiciones de riesgos de desastres”. Falta superar limitaciones culturales muy arraigadas, para instalar la conciencia de que es necesario trabajar con más planificación y con una concepción más participativa. Existe una vulnerabilidad institucional, para afrontar la problemática del riesgo, sumado con una escasa percepción del riesgo como elemento condicionante de toda actividad del medio social con una débil cultura de prevención.

### **MARCO INSTITUCIONAL Y ACTORES INVOLUCRADOS EN EL PROYECTO**

A fines del 2011, la SSTP con otros organismos nacionales, definieron los “Lineamientos para la incorporación de la Adaptación al Cambio Climático y la Reducción del Riesgo de Desastres en Argentina”, entendidos como una guía a ser adoptada por los gobiernos provinciales de acuerdo a su realidad territorial. Se promueve la incorporación de los municipios que presentan mayores niveles de criticidad.

Partiendo del análisis de situación se identificó a los actores que van a intervenir en el proyecto, identificando sus problemas, intereses potenciales, interrelaciones. En ese marco se propone, con el proyecto, el fortalecimiento de las capacidades técnicas e institucionales de la Dirección de planificación, Defensa Civil/Bomberos y de los Municipios de Capital, Santa María y Tinogasta, contando con el apoyo de la Universidad y de otras instituciones especializadas. Constituyendo los beneficiarios indirectos, la población en general, ya que contará con instituciones competentes, con nuevas capacidades para llevar adelante una gestión integral de reducción de riesgo de desastres.

**MATRIZ DEL PROYECTO**

La matriz del proyecto sintetiza los componentes más importantes del mismo, tal como se observa en la siguiente tabla:

Tabla 1. Síntesis de Matriz del Proyecto

1-Objetivo general (FIN)	1-Indicadores	Medios de Verificación	1.Factores externos/riesgos
Contribuir a la reducción de riesgo de desastres a través del fortalecimiento de un proceso de planificación estratégica participativa de los actores locales de la provincia de Catamarca. RA.	Los actores locales han fortalecido la organización y coordinación interinstitucionales, y han mejorado prácticas de RRD	1. Informe final del proyecto 2. Videos y documentos de resultados del proyecto.	Actores locales se encuentran comprometidos
2 Objetivo específico (PROPOSITO)	2. Indicadores	2. Medios de Verificación	2. Factores externos
Promover una intervención concertada y planificada, para incorporar la prevención y la reducción del riesgo de desastres en la gestión de los actores locales.	Capacidad de gestión fortalecida de Planificación, Defensa Civil, Bomberos y 3 Municipios, con apoyo de la Universidad	-Espacios de dialogo. -Acuerdos firmados -Informes final y de avances del proyecto	Autoridades y técnicos de organismos comprometidos
3. Resultados	3. Indicadores	Medios de Verificación	3.Factores externos
I. Fase Preparatoria Taller para formalizar proceso. Actores comprometidos. Equipo Técnico Proyecto (ETP) capacitado coordina proceso. II. Fase de Análisis y Diagnostico Plan de Trabajo e Informe de Diagnostico Comité de Gestión de Riesgos de Desastres (CRD) constituido. Lineamientos y estrategias que guían el proceso definidos III. Planificación Actores capacitados. Proyectos de riesgo específico y Plan de Emergencia de GRD formulados. IV. Implementación y seguimiento Socializa Plan de Acción. El CRD , seguimiento y evaluación del proyecto	-Convenios firmados. -Capacitación sobre las líneas estratégicas del proyecto para ETP. - Proyectos de investigación (5)sobre riesgo específico - Proyectos para grupos , jóvenes y educativos - Un curso de posgrado en prevención y reducción y gestión de riesgo de desastres. - Consultoría p/ proyectos  - Reuniones seguimiento.	-Acta de constitución del ETP. - Plan de Trabajo. -Programas capacitación -Acta constitución del CRD. -Propuestas de proyectos sobre riesgo específico - Proyectos para sector educativo. -Curso de posgrado  -Agenda de tareas de monitoreo y seguimiento	Contar con los recursos humanos, materiales y financieros de manera oportuna para cada actividad del proyecto.
4. Actividades	4. Insumos	4. Medios de Verificación	4 Precondiciones
I-Fase Preparatoria Revisión marco conceptual y normativo. Convocatoria de actores, sensibilización a personal de Planificación, Defensa Civil, Bomberos, Intendentes y Universidad. Formación y capacitación del Equipo Técnico Proyecto (ETP). II-Fase de Análisis y Diagnostico Revisión/ análisis de información. Identificar necesidades de capacitación. Plan de Trabajo y Diagnostico.Taller de capacitación. Lineamientos para planes: Preparativo y de Contingencia. Comité de Gestión de Riesgos de Desastres (CGR) III-Planificación Grupos de trabajo.Cursos y talleres de capacitación. Foros/ Talleres para elaborar Planes de Emergencia. Identificación y selección de proyectos. Presentación del Plan de Acción Provincial (PAP) IV- Implementación y seguimiento Difusión del PAP. Comité de Gestión de Riesgos de Desastres (CGRD) monitoreo, seguimiento y evaluación del proyecto.	-Informe de Avance Programa de Riesgo (2007) -Plan Estratégico Territorial Informe de Avance I- 2008 e Informe de Avance II-2011. - Plan Estratégico Territorial Informe de Avance de Avance II año 2011 -Documentos, antecedentes y estudios existentes. -Consultaría de expertos en planificación y gestión de riesgos. -Facilitadores para talleres -Comunicador Social para difusión del Plan -Capacitadores -Break, librería, videos , traslados, Alojamiento, espacio físico.	-Informes y registros de los participantes  -Registro y base de datos de información sistematizada  -Registro de necesidades de capacitación -Documento que contiene el Plan de Trabajo -Programas para capacitación -Listado de proyectos -Documento que contiene el Plan de acción provincial. -Folletos para difusión del plan -Informes de avances del plan	Puesta en marcha programa nacional con acuerdos y difusión  Disponibilidad de recursos para comprar insumos y contratar expertos y facilitadores.

### Estrategia de sostenibilidad

Cabe señalar que la sostenibilidad del proyecto, se apoya en la iniciativa del gobierno nacional, que a través de la Subsecretaría de Planificación Federal, Inversión Pública y Servicios con el Dirección Nacional de Cambio Climático y la Dirección Nacional de Protección Civil, han firmado la Carta Intención firmada el 8 de junio del 2011, por la que impulsan abordar de manera integral la Gestión del Riesgo de Desastres y la AAC en el marco de la planificación y ordenamiento del territorio.

Siendo otro aspecto relevante, la articulación del Programa de Riesgo con el Plan Estratégico Territorial (PET). Entendido el PET como un proceso flexible que se articula con las iniciativas provinciales y municipales. A la fecha de formulación del presente proyecto, la Dirección Provincial de Planificación, ha presentado el Informe de Avance II –Año 2011, que contiene un capítulo destinado específicamente a la incorporación del Riesgo de desastres en la planificación y ordenamiento territorial.

### CONCLUSIONES

A modo de síntesis, se puede afirmar que, en la búsqueda de la sostenibilidad y ante escenarios de riesgo, es necesario transformar las vulnerabilidades en factores de sostenibilidad, considerando la gestión del riesgo como oportunidad de desarrollo sostenible.

La estrategia de mejorar las capacidades institucionales de los organismos competentes para impulsar una política pública en la materia, contribuirá a mejorar la calidad de vida de los catamarqueños. Orientando la gestión de la prevención, con medidas a mediano y largo plazo y fundamentalmente con mecanismos institucionales para la gestión del territorio.

### REFERENCIAS

- Celis A, *Documento País: Riesgos de desastres en Argentina*. Cruz Roja Argentina, Federación Internacional de Sociedades de la Cruz Roja y de la Media Luna Roja, Centro de Estudios Sociales y ambientales. Buenos Aires Argentina 2009.
- Fiallos Pena B. I, *Metodología para incorporar la gestión de riesgos en los planes de desarrollo local*, Quito Ecuador.
- Gobierno de Catamarca, Dirección Provincial de Planificación, *Plan Estratégico Territorial Informe de Avance II- Año 2011*. Catamarca Argentina 2011.
- Maldonado V., P. Proyecto Final, *Propuesta para el fortalecimiento de un proceso de planificación estratégica con enfoque de reducción integral del riesgo de desastres en Catamarca*. Republica Argentina, Curso de Reducción del Riesgo de Desastres y Desarrollo Local Sostenible. Programa Delnet de apoyo al desarrollo local. Centro Internacional de Formación (CIF) de la Organización Internacional del Trabajo (OIT). Estrategia Internacional para la Reducción de Desastres de las Naciones Unidas. (EIRD). Argentina 2011.
- Ministerio de Planificación Federal, Inversión Pública y Servicios, Subsecretaría de Planificación Territorial de la Inversión Pública. *El riesgo de desastres en la planificación del territorio: primer avance*. Buenos Aires. Argentina. 2010.
- Morales González M. *El ordenamiento ambiental del municipio de Varadero con enfoque participativo y de reducción de riesgos*. Cuba. 2007.
- Programa Delnet, *El riesgo de desastres: origen, evaluación, reducción y prevención en el marco del desarrollo local sostenible*” CIF/OIT. Turín, Italia ,2011.
- Programa Delnet, Guía para la preparación del proyecto final *Guía Práctica Diseño de proyectos de desarrollo local con enfoque de reducción de riesgo de desastres*, CIF/OIT Turín Italia, 2011.

- Programa Delnet, *La planificación estratégica: eje central de una política de desarrollo local sostenible*, CIF/OIT, Turín Italia, 2011.
- Programa Delnet, *Guía práctica para diseñar y formular proyectos a nivel local: O como pasar de la idea al proyecto sin excesivo esfuerzo*, CIF/OIT Turín Italia, 2005.
- Plan Estratégico Territorial informe de Avance II Año 2011. Provincia de Catamarca. [http://www.atlas.catamarca.gob.ar/index.php?option=com\\_content&view=article&id=357&Itemid=248](http://www.atlas.catamarca.gob.ar/index.php?option=com_content&view=article&id=357&Itemid=248). Septiembre 2011.
- Informe de Avance Provincia de Catamarca - Programa Nacional de Prevención, Reducción de Riesgos y Desastres y Desarrollo Territorial, Catamarca Argentina. 2007. [http://www.atlas.catamarca.gob.ar/index.php?option=com\\_content&view=article&id=357&Itemid=248](http://www.atlas.catamarca.gob.ar/index.php?option=com_content&view=article&id=357&Itemid=248). Septiembre 2011.

#### **4.6- LAS INTERFASES FISICAS COMO ESTRATEGIA PARA LA SUSTENTABILIDAD URBANO TERRITORIAL: EL CASO DE LA CIUDAD DE CATAMARCA. REPUBLICA ARGENTINA.**

***Mgter. Arq. Florentino Ricardo Palacios***  
***Ing. Julio Argentino Ramos***

##### **RESUMEN**

La ciudad de Catamarca fue fundada en 1.683 con modelo de cuadrícula hispánica. Su ubicación próxima al río El Tala y sobre el cono de deyección de la cuenca orográfica obedeció a criterios estratégicos de supervivencia. Escasamente desarrollada en la etapa hispánica, inició su evolución en el periodo republicano liberal, bajo el enfoque y pautas de esa cosmovisión. Posteriores corrientes que incidieron en su conformación respetaron las bases ambientales impuestas, enriqueciendo la imagen pública de la ciudad.

En la actualidad la ausencia de una planificación integrada ha inducido a un deterioro urbano generalizado. Se ocasionan manifestaciones fenomenológicas negativas tales como la eliminación de las expresiones históricas culturales consagradas y el crecimiento expansivo sin solución de continuidad, a expensas de las interfases físicas del sistema natural, poniendo en riesgo ambiental todo el sistema urbano.

Se desestima y pierde así la información cultural que la sociedad ha perfeccionado y las del territorio que las alberga y confiere contención e identidad, negándose las capacidades estructurantes y cualificantes de ambas.

En este marco aún es posible modificar el enfoque de gestión técnico político repensando el modo de construir el hábitat conforme a actuales tendencias de crear paisajes urbanos ambientalmente sustentables.

El objetivo es delinear estrategias de intervención destinada a reorientar el errático devenir del modelo histórico, recuperando expresiones patrimoniales naturales y culturales en donde las



interfases físicas, en tanto paisajes de borde, adquieran grado de juntas o suturas por medio de soluciones ambientalmente innovativas.

Se propone modificar el antropocentrismo implícito del modelo histórico creando una nueva instancia proyectual, generadora de una nueva espacialidad inclusiva, evolutiva, permeable que le permita al hombre conectarse con su historia, su medio y demás seres vivos.

Esto es la reinterpretación del comportamiento del ambiente antrópico, en términos de interfases, para obtener un nuevo paisaje que exprese una renovada instancia en la relación hombre naturaleza mediante la utilización racional de los recursos, naturales y culturales, en pos de un escenario contributivo de la sustentabilidad urbano paisajista, preventivo y correctivo de riesgos ambientales.

#### 4.7- VULNERABILIDAD SOCIAL ASOCIADA AL SISMO DE SECTORES CON NBI.

**Amelia Scognamillo<sup>1</sup>, Alicia Pringles<sup>2</sup> & Osvaldo Albarracín<sup>3</sup>**

(1) (2) (3) Instituto Regional de Planeamiento y Hábitat - Facultad de Arquitectura, Urbanismo y Diseño - Universidad nacional de San Juan.

arqame@gmail.com

#### RESUMEN

La provincia de San Juan, se caracteriza como la región de mayor peligrosidad sísmica de la República Argentina y, aunque gran parte de las viviendas son construidas con prescripciones sismorresistentes, existen aun áreas urbanas residenciales con alta vulnerabilidad sísmica. Esto, se debe a la existencia de edificaciones construidas con normas anteriores a las vigentes y al hecho de que amplios sectores de la población no pueden acceder a viviendas ofrecidas por el gobierno o con el asesoramiento técnico, y resuelven su hábitat con los recursos que disponen sin ninguna previsión ante el sismo. Investigaciones del IRPHa desarrollaron metodologías de evaluación de la vulnerabilidad sísmica urbana e identificaron escenarios de posibles daños edilicios, ante la ocurrencia de un evento sísmico de considerables magnitudes. Sin embargo, si se considera que en la gestión del riesgo el fortalecimiento de una organización social informada que se involucra en las etapas de diagnósticos, planificación, capacitación y asesoramiento, constituyen la base para avanzar en la formulación de propuestas integrales para la resolución del hábitat; entonces se hace necesario profundizar en la valoración de los aspectos sociales. Es por ello, que para este trabajo se planteó la necesidad de profundizar en la metodología de la evaluación de la vulnerabilidad social asociada al sismo.

#### 1 INTRODUCCION

San Juan El Valle de Tulúm se encuentra ubicado en la provincia de San Juan, caracterizada como la región de mayor peligrosidad sísmica de la República Argentina. Su superficie se desarrolla en zonas definidas como 3 y 4, en una escala creciente que va de 0 a 4, según la clasificación del INPRES (Instituto Nacional de Prevención Sísmica).

Si bien rige en el país la norma INPRES-CIRSOC 103 con prescripciones sismorresistentes para la construcción de edificios, existen aun áreas urbanas de alta vulnerabilidad sísmica. Esto se debe por

un lado, a la existencia de edificaciones construidas con normas anteriores, hoy obsoletas, con escaso o nulo mantenimiento. Por el otro, al hecho de que amplios sectores de la población no pueden acceder a viviendas ofrecidas por organismos de gobierno o con el asesoramiento de profesionales de la construcción y que resuelven su hábitat con los recursos de que disponen, asentándose en áreas inadecuadas y sin ninguna previsión ante el sismo.

La problemática de la mitigación de la vulnerabilidad sísmica de las viviendas de los sectores sociales de menores recursos no comprendidos en planes estatales, no puede ser abordada solo desde la perspectiva tecnológica. Aspectos sociales y económicos resultan condicionantes en la generación de soluciones alternativas sustentables y no pueden ser obviados.

### **1.1 Vulnerabilidad Social Asociada al Sismo.**

Según las definiciones conceptuales abordadas desde los enfoques de las Ciencias Sociales, la vulnerabilidad social implica en primera instancia, considerar las condiciones políticas, sociales y económicas de la población. Esto se debe a que, en la mayoría de los casos las comunidades con NBI son más vulnerables a los desastres debido a su asentamiento no planificado o a la degradación que posee el medio ambiente en el que instalan.

Es importante observar a la vulnerabilidad social desde la capacidad de la población en cuestión de absorber, responder y recuperarse luego de un evento sísmico. Estos planteamientos hacen énfasis en el rol activo que las personas tienen en la construcción del significado del riesgo como apreciación, lectura o “imaginario” y no algo externo al mismo. Por lo tanto, es fundamental considerar las percepciones, actitudes, motivaciones individuales y colectivas, las cuales pueden variar de manera notable de un contexto a otro.

En consecuencia, en una comunidad con NBI la vulnerabilidad, en este caso al sismo, será mayor si su cohesión interna es pobre; es decir, si las relaciones que vinculan a los miembros de la misma no se afianzan en sentimientos compartidos de pertenencia y de propósito. Sumando a ello, si no existen formas organizativas que lleven a acciones concretas y una ausencia de liderazgo efectivo a nivel comunitario suelen ser un síntoma de vulnerabilidad.

### **1.2 las representaciones sociales.**

Las personas conocen la realidad que les circunda mediante explicaciones que extraen de los procesos de comunicación y del pensamiento social. Las representaciones sociales (RS) sintetizan dichas explicaciones y en consecuencia, hacen referencia a un tipo específico de conocimiento que juega un papel crucial sobre cómo la gente piensa y organiza su vida cotidiana: el conocimiento del sentido común.

Las inserciones de las personas en diferentes categorías sociales y su adscripción a distintos grupos, constituyen fuentes de determinación que inciden con fuerza en la elaboración individual de la realidad social, y esto es, precisamente, lo que genera visiones compartidas de la realidad e interpretaciones similares de los acontecimientos.

En resumen, el medio cultural en que viven las personas, el lugar que ocupan en la estructura social, y las experiencias concretas con las que se enfrentan a diario influyen en su forma de ser, su identidad social y la forma en que perciben la realidad social.

La metodología de recolección de las RS es un aspecto clave para determinar el valor de los estudios sobre representación. Es posible hacer estudios sobre opinión, actitudes o creencias, entre otros. Es por ello que, las técnicas interrogativas para el análisis de la RS privilegia el análisis de los discursos y, por tanto, la entrevista abierta y junto con el cuestionario, se convierten en las técnicas que mayormente se utilizan.

## **2 DESARROLLO**

La Vulnerabilidad Social asociada a los desastres naturales, se la define como el conjunto de características sociales y económicas de la población que, unido a la capacidad de prevención y respuesta, y a la percepción local de la misma frente a un fenómeno, limita su capacidad de desarrollo luego de ocurrido un desastre o evento sísmico.

Por consiguiente, en esta etapa metodológica se definen las variables operativas con sus correspondientes indicadores, se elaboran los instrumentos de recolección de datos y se determina la muestra representativa del estudio. Posteriormente, se realiza la aplicación de propuesta metodológica elaborada, en las Villas Mariano Moreno y 2 de Abril, a fin de evaluar si dicha propuesta es susceptible de replicar en otros casos de estudio.

### **2.1 Creación de instrumentos y recolección de datos.**

Siguiendo los lineamientos aplicables a las técnicas de investigación de las ciencias sociales, se elaboraron los cuestionarios necesarios para recopilar información referente a las variables que se desean analizar con el fin de determinar los grados de vulnerabilidad sísmica desde la variable social respecto de las familias habitantes de las villas Mariano Moreno y 2 de Abril.

Estas técnicas remarcan la importancia de la encuesta como instrumento de información que somete al modelo de análisis a una confrontación directa con nuestra hipótesis, es por lo tanto una etapa intermedia que debe ser cuidadosamente estudiada, desarrollada y ejecutada.

El método elegido para recopilar la información de los habitantes es la “encuesta por cuestionario”. Este procedimiento presenta ventajas tales como: el conocimiento de la población tal como es, permite interrogar a un gran número de personas, es representativo y posibilita cuantificar múltiples datos.

#### **2.1.1 Detalle de planillas de relevamiento**

Las planillas de relevamiento de la variable Social se dividen en dos partes fundamentales, la primera orientada a la encuesta específica de las instituciones que se encuentran el área a estudiar, y la segunda con información requerida particularmente a cada familia que habita el área.

Para el análisis de esta variable, se definen los aspectos sociales que intervienen en las siguientes sub-variables de análisis: a) características socioeconómicas, b) capacidad de prevención y respuestas institucional, y c) percepción local al riesgo sísmico.

##### **a) Características socioeconómicas**

Esta sub-variable proporcionará un parámetro para medir las posibilidades de organización y recuperación después de un desastre. Los indicadores socioeconómicos que influyen directamente sobre las condiciones básicas de bienestar y de desarrollo de los individuos y de la sociedad, en general, son cinco: Salud, Educación, Vivienda, Empleo e Ingresos y Población.

a.1) Salud: Atención a la salud que recibe la población por parte de alguna de las instituciones de salud pública o privada. Los indicadores de referencia son cobertura de servicios de salud y tenencia de Plan de Salud.

a.2) Educación: Las características educativas influirán directamente en la adopción de actitudes y conductas preventivas y de autoprotección de la población, así mismo, pueden mejorar sus conocimientos sobre fenómenos y riesgos. Los indicadores hacen referencia a porcentaje de analfabetismo y nivel educativo alcanzado.

a.3) Vivienda: La vivienda es el principal elemento de conformación del espacio social, la accesibilidad y las características de la misma determinan en gran parte la calidad de vida de la población. Los indicadores incluyen el tipo de Vivienda, la calidad de los Materiales (CALMAT) y la tenencia de servicios de agua potable, red eléctrica y sistema de saneamiento.

a.4) Empleo e Ingresos: Aportará elementos acerca de la generación de recursos que posibilita el sustento de las personas, donde las familias de bajos ingresos sólo pueden atender sus necesidades inmediatas. Los indicadores se orientan a la condición de actividad y la categoría ocupacional.

a.5) Población: esta variable se refiere a la densidad de población y al hacinamiento por cuarto.

b) Capacidad de prevención y respuesta.

La capacidad de prevención y respuesta se refiere a la preparación antes y después de un evento por parte de las autoridades. El principal objetivo es evaluar de forma general el grado en el que las instituciones comunitarias se encuentran capacitadas para incorporar conductas preventivas y ejecutar tareas para la atención de la emergencia.

b.1) Organización Institucional: Permitirá conocer la capacidad de prevención y respuesta de los órganos responsables de llevar a cabo las tareas de atención a la emergencia y rehabilitación.

b.1.1) Existencia, cantidad y tipos de Instituciones, asociaciones, club, etc.: la mayor cantidad de instituciones comunitarias permitirá reflejar el grado de organización presente en el área.

b.1.2) Existencia de Unidad o comité comunitario de protección civil: El consejo podría estar integrado por autoridades municipales y representantes de sindicatos, representantes de alguna organización, de las sociedades civiles para que en caso de emergencia organice y dirija las acciones de atención a la emergencia. Es fundamental la existencia de una unidad de protección civil o alguna organización de este tipo, ya que será la responsable de llevar a cabo un plan, así como la organización de la respuesta.

b.1.3) Implementación de Planes y/o programas de prevención y emergencia orientadas al sismo: La existencia e implementación de planes de acción, de emergencia o de contingencia, determinará las normas, describirá los peligros y los actores y responsables en caso de algún evento adverso.

b.1.4) Vínculos con centros de asistencia social: En caso de desastre puede ser de gran utilidad la ayuda de centros de asistencia social u otros organismos para la recepción, almacenamiento y distribución de apoyos, así como para la operación de los albergues para los damnificados, ayudando también en la atención médica.

b.1.5) Personal capacitado activo: Es importante contar personal capacitada en materia de protección civil que pueda atender de manera inmediata tanto al recibimiento de información, como a la difusión de la misma bajo esquemas de coordinación pre-establecidos para la atención de un imprevisto de manera eficaz.

b.2) Percepción Institucional del riesgo sísmico: Se enfoca a la percepción local del riesgo que se tenga en las instituciones, lo que permitirá planear estrategias y planes de prevención de acuerdo con la forma de pensar y con la concepción de riesgo que se tenga.

b.2.1) Conocimiento de planes y programas oficiales: Para asegurar que el daño sufrido durante un desastre pueda ser reparado de manera rápida, así como para darle la continuidad a las acciones, es de fundamental importancia que los gobiernos tengan contemplados planes y/o programas de contingencia. Es importante conocer los mecanismos para acceder al fondo y familiarizarse con los procedimientos específicos de solicitud del mismo, para que en caso de un desastre, sea un recurso de fácil acceso.

b.2.2) Implementación de mecanismo de alerta temprana: La alerta temprana es una de las bases para la reducción de desastres. Su fin principal es la prevención a individuos y comunidades expuestas a amenazas naturales, que permita reaccionar con anticipación y de manera apropiada para reducir la posibilidad de daños tanto humanos como materiales.

b.2.3) Detección de posibles rutas de evacuación y acceso: El establecimiento de las rutas de acceso y evacuación en caso de un desastre es muy importante, principalmente en las comunidades más aisladas.

b.2.4) Ubicación de áreas para refugios temporales: Es importante elaborar con anterioridad y que quede establecido en los planes de emergencia la previsión de la ubicación de lugares para la concentración de damnificados para lograr una mejor organización en caso de presentarse una emergencia.

b.2.5) Stock de alimentos, cobertores, colchonetas, etc.: La existencia de fondos o stock, indica una concientización sobre los riesgos en caso de desastre por parte de la administración municipal.

b.2.6) Mapas que identifiquen puntos críticos o zonas de peligro: El contar con mapas o con croquis de la localidad facilitará en gran medida las acciones a tomar en la localidad al contar con la ubicación de varios de los aspectos mencionados anteriormente, como la ubicación de rutas de evacuación, refugios temporales, etc. así como zonas críticas y/o de peligro.

b.2.7) Equipo necesario para la comunicación: El equipamiento en una unidad de protección civil será completo en la medida en que cuente con los elementos básicos tanto para recibir información de manera rápida y oportuna, así como para enviar la misma de manera efectiva en el menor tiempo posible.

c) Percepción local del riesgo sísmico de las familias y habitantes:

c.1) Participación activa en instituciones: La percepción local de riesgo es el imaginario colectivo que tiene la población acerca de los peligros y las vulnerabilidades que existen en su comunidad. En muchas ocasiones la población no tiene una percepción clara del peligro que representa una amenaza de tipo natural o antrópicas en su localidad, lo que incide directamente en la capacidad de respuesta de la población ante un desastre.

La información que se pueda obtener en esta variable puede despertar el interés para producir información, que pudiera resultar útil en la toma de decisiones por parte de los organismos de atención de emergencias, en lo referente al comportamiento de la población.

c.2) Vivencia de situaciones de desastre asociadas a amenazas y pérdidas de algún bien a causa de un fenómeno natural: Una situación de emergencia se refiere a un evento que haya causado la pérdida de vidas o bienes de la población, bajo esta óptica, será importante conocer la memoria colectiva acerca de estas situaciones. Además la pérdida de bienes ocasionada por un fenómeno natural llega a ser muy común y es un buen parámetro para detectar eventos que tal vez no fueron considerados como desastre, pero que sin duda influyen en la percepción del riesgo.

c.3) Asociación de la vulnerabilidad física a lo social: Determinar si dentro de las representaciones sociales, se reconoce como importe los aspectos físicos de la vivienda; posibilitaría luego, despertar el interés en la población para asimilar nuevas técnicas constructivas que mitiguen el riesgo de sus viviendas. También, permitiría producir información que pudiera resultar útil en la toma de decisiones por parte de los organismos de atención de emergencias, en lo referente al comportamiento de la población.

c.4) Conocimientos de procedimientos en caso de emergencia: Es importante que la población conozca los procedimientos que debe seguir. Si la comunidad no conoce los lugares ni a los responsables de la atención no responderá apropiadamente a los sistemas existentes, por más efectivos que éstos sean.

c.5) Participación en simulacros: Dentro de las acciones de prevención, los simulacros son de gran importancia, debido a que es un ejercicio que promueve la cultura de la prevención y al ser aplicado crea conciencia en los participantes.

c.6) Plan familiar de contingencia: Es importante que las familias conozcan los procedimientos que deben seguir. Si cada familia conoce a quien y donde acudir los lugares ni a los responsables de la atención no responderá apropiadamente a los sistemas existentes, por más efectivos que éstos sean.

c.7) Valoración de la información relacionada a la prevención sísmica: Dentro de la planificación para la mitigación del riesgo se debe considerar el desarrollo de una cultura segura, en la cual la población esté informada y consciente de las amenazas que afronta y asuma la responsabilidad de protegerse a sí misma de la mejor manera posible y que facilite el trabajo de las instituciones encargadas de la protección civil.

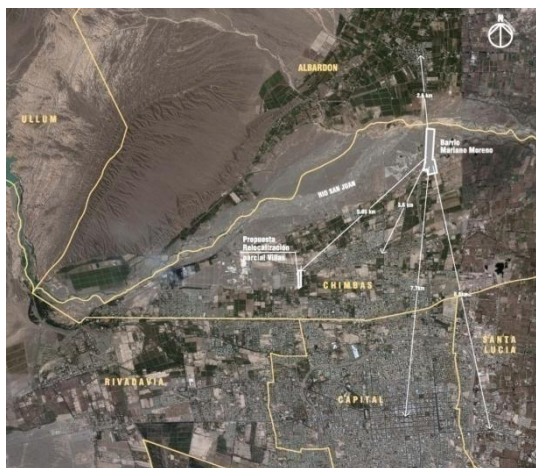
## **2.2 Caracterización de la Villa M. Moreno y 2 de Abril**

### **2.2.1 Localización**

El Departamento de Chimbas se ubica al norte del departamento Capital de San Juan, y ocupa la franja determinada por el cauce del Río San Juan hacia el norte y por el recorrido de O-E de Av.

Benavides hacia el sur. La Ruta Nacional N° 40 con traza en dirección N–S, divide al departamento en dos zonas, este y oeste, resultando esta última la de mayor concentración residencial urbana, comercial, de equipamiento y de servicios públicos.

Las Villas Mariano Moreno y 2 de Abril, se localizan en un sector al este de Ruta Nac. N° 40, fuera del límite urbano establecido por la D.P.D.U. En la misma el uso residencial es complementario al uso industrial, presentando las industrias un cierto grado de concentración en las adyacencias al barrio en donde predominan las parcelas de usos agrícolas e industriales preservadas para esos usos por la normativa de la D.P.D.U.- (Ver figura 1 y 2)



< Figura 1: Ubicación de las villas

En la zona se desarrollan, principalmente, actividades de minería de tercer orden —extracción y clasificación de áridos— que dan al área un aspecto muy particular por la envergadura de las acumulaciones de material de rechazo, del flujo de tránsito pesado, como por las dimensiones y profundidad de las cavas que generan; aunque también hay establecimientos que realizan actividades económicas de otro tipo (industriales, pecuarias y agrícolas).



< Figura 2: vista aérea de las villas

### 2.2.2 Caracterización Social

Según los datos del Censo 2001, el departamento tiene una población de 73.829 habitantes, albergaba al 17.78 % de la población del gran San Juan, alcanzando un crecimiento porcentual del 2,76%; Chimbas fue el departamento que registró la mayor tasa de crecimiento de la población en la Provincia en el periodo 1991-2001. De los Departamentos que componen el Gran San Juan el que mayor porcentaje de hogares (15,8 %) y de población (18,8 %) que registra alguna de las características inscriptas como Necesidades Básicas

Insatisfechas es Chimbas, tanto en el Censo del 2001 como en Primer Trimestre del 2007 (18,9 % y 23,10 %).

La demanda estimada de vivienda nueva crece en el gran San Juan desde 60,63 % en el 2001 hasta el 63,91 % en el 2008 a pesar de que casi 60 % de las viviendas construidas se localizaron en este aglomerado. Esto se debe fundamentalmente a que la conformación de nuevos hogares prevista es muy superior a la esperada en el resto de los departamentos.

En los últimos años, la instalación de fábricas y la construcción de barrios para la mano de obra aumentaron significativamente la cantidad de habitantes.

Hasta hace poco, numerosas villas se asentaban a la orilla de las principales vías de comunicación, como es el caso de las Villas Mariano Moreno y 2 de Abril. Su instalación no planificada y la proximidad de las viviendas con las fábricas del lugar derivaban en problemas como el hacinamiento y la contaminación.

La población en general tiene características sociales de clase empobrecida y de pobreza estructural. En esta ciudad se concentra un porcentaje importante de la cantidad de delitos y de riesgo social de la provincia.

### **2.2.3 Población y Organizaciones Sociales**

En este punto presentaremos una síntesis de la lectura de situación realizada a partir de los datos arrojados de los 769 hogares que participaron del censo poblacional realizado en las Villas Mariano Moreno y 2 de Abril.

Población: Cantidad de Habitantes: 3033 (100 %), Femenino: 1555 (51,27 %) - Masculino: 1478 (48,73 %). El mayor porcentaje de esta población pertenece al grupo etario de menores de 14 años. Seguido por la franja etaria de jóvenes y adultos.

Educación: De acuerdo a lo expresado en las cédulas censales, de las 445 personas que tienen entre 36 a 50 años, 366 terminaron sus estudios primarios (el 82%) y 29 sus estudios secundarios (el 6,5%). De este total 3 personas cursaron alguna materia en la universidad (0,7%). De 288 personas mayores de 51 años, sólo 8 accedieron al colegio secundario de los cuales 5 terminaron esos estudios (1,7%).

De lo expuesto anteriormente podemos inferir que el nivel educativo general de las comunidades es bajo, lo cual se ve sin posibilidades concretas de mejora sin una escuela con el ciclo completo del secundario en la zona.

Trabajo: se observa un alto nivel de desocupación, que alcanza el 15%, a pesar que los niveles de desocupación provinciales no llegan al 8%, esto puede ser por la falta de oficios, mencionado por la comunidad, por una cuestión de cultura del trabajo o simplemente porque los que aumentan ese porcentaje son menores de 20 años, de todas maneras es un porcentaje a tener en cuenta en la siguiente intervención.

Se puede inferir que los datos coinciden con lo expresado por la comunidad de la necesidad de capacitación de oficios para jóvenes y adultos, ya que el 63% no tiene un oficio definido, lo que dificulta la progresiva competencia en el ambiente laboral. La comunidad expresa que de este número la mayoría corresponde a jóvenes de entre 18 y 40 años.

De los resultados arrojados por el censo se estima que cerca del 50% de los habitantes están dispuestos a dejar la comunidad; de los cuales la mitad están motivados por las condiciones del barrio. Este dato llama la atención por el hecho que no coincide con lo expresado en otras instancias de recolección de datos, donde expresaron la conformidad con la historia compartida y la necesidad de seguir en el barrio a largo plazo.



#### **2.2.4 Niveles de Organización barrial y formas de participación comunitaria.**

Organizaciones barriales presentes en la comunidad: Centro de Jubilados, Club Defensores de Racing, Club San Martín, Centro de Jubilados, Grupo de Oración Virgen de Andacollo, Unión Vecinal Mariano Moreno, Unión Vecinal 2 de Abril y Mesa de gestión comunitaria.

### **2.3 Evaluación de la vulnerabilidad social de las Villas Mariano Moreno y 2 de Abril**

#### **2.3.1 Características socioeconómicas.**

La Provincia de San Juan, Argentina, se adhirió mediante la firma de un Convenio Marco de Adhesión al Programa Mejoramiento de Barrios II (PROMEBA II). Con el fin de acceder dentro de este Convenio Marco al financiamiento para: la mejora urbana, la regularización de las tierras dominiales y la mejora de la calidad de hábitat de las viviendas de las Villas Mariano Moreno y 2 de Abril, Departamento Chimbas, la Unidad Ejecutora Provincial (UEP) del PROMEBA realizó un Diagnóstico Integral Completo (UEP-PROMEBA, 2008) .

Este diagnóstico, dejó de manifiesto mediante análisis censales que el 65% de la comunidad de ambas Villas presentan sus Necesidades Básicas Insatisfechas (NBI), a nivel urbano-poblacional se encuentran bajo la Línea de Pobreza y sus viviendas, en general , son de carácter espontáneo. Además, se presentó una Propuesta de Intervención Integral para la comunidad desde los aspectos legales, urbanos, sociales y ambientales.

#### **2.3.2 Capacidad de Prevención y Respuesta Institucional**

Las primeras conclusiones abordadas desde la evaluación obtenida sobre el grado en el que las instituciones comunitarias se encuentran capacitadas para incorporar conductas preventivas y ejecutar tareas para la atención de la emergencia surgen del análisis estadístico obtenido de las planillas de análisis.

- a) de la organización institucional: a partir de los resultados obtenidos se concluye que la vulnerabilidad social ante el sismo sobre la capacidad de prevención y respuesta en las instituciones es media- alta.

Es positivo el auto-reconocimiento entre instituciones, entre ellas se reconocen: el Centro de Salud Mariano Moreno; el CIC Bº los Andes; los clubes deportivos San Martín y Racing; la Capilla Católica y la Iglesia Evangélica; las organizaciones no gubernamentales Rayito de Sol –taller de juegos-, Rayuela –taller de murga, Concienciar y Centro de Jubilados. Más de diez instituciones comunitarias reflejan un alto grado de organización en el área y por consiguiente una menor vulnerabilidad social ante desastres.

Sin embargo, no cuentan con una Unidad o Comité de prevención que incluya a todas las instituciones, para que en caso de emergencia se organice y dirija las acciones de atención a la emergencia, pero consideran muy importante formarlo u organizarlo.

Cada institución, tampoco cuenta con un plan o programa de prevención sísmica pero sí consideran importante contar con uno. Además, las instituciones no poseen vínculos con centros de asistencia social u otros organismos para la recepción, almacenamiento y distribución de apoyos, así como para la operación de los albergues para los damnificados, como Cruz Roja o Defensa Civil. No cuentan con personal capacitado en materia de protección civil, pero le atribuyen gran importancia comenzar a trabajar en ellos.

- b) de la percepción institucional: la percepción institucional del riesgo sísmico, se enfoca en la percepción local del riesgo que tiene cada institución. De los análisis realizados se puede observar que la vulnerabilidad social asociada al sismo es alta.

El 80% de las instituciones no tiene conocimiento sobre los planes y/o programas de contingencia nacionales, que les permita acceder a los mecanismos o procedimientos específicos de solicitud y acceso a los recursos de protección y/o recuperación, luego de ocurrido un desastre sísmico.

No tienen ningún tipo de mecanismo de alerta temprana que les permita reaccionar con anticipación y de manera apropiada, y así reducir la posibilidad de daños tanto humanos como materiales.

Tampoco están establecidas las rutas de acceso y evacuación en caso de un desastre, principalmente importante en las comunidades más aisladas.

El 80 % de las instituciones no tiene determinados los sitios temporales que podrían funcionar como lugares para la concentración de damnificados y lograr una mejor organización en caso de presentarse una emergencia.

No tienen fondos o stock de alimentos y provisiones de abrigo, esto indica poca concientización sobre los riesgos en caso de desastre por parte de las instituciones.

El 80 % de las instituciones no cuentan con mapas o croquis de la localidad sobre la ubicación de rutas de evacuación, así como de zonas críticas y/o de peligro.

Tampoco cuentan con la información necesaria y/o los elementos básicos tanto para recibir información de manera rápida y oportuna, así como para enviar la misma de manera efectiva en el menor tiempo posible a los organismos encargados en el manejo de desastres.

Sin embargo, en cada caso se considera que es muy importante contar con la información o las provisiones necesarias para estar preparados y responder oportunamente en caso de una emergencia sísmica. Esto significa que las instituciones se encuentran predispuestas para recibir cursos e información para la capacitación de preparación y prevención ante el riesgo sísmico.

### **2.3.3 Percepción local del riesgo sísmico del as familias y personas.**

La percepción local de riesgo es el imaginario colectivo que tiene la población acerca de los peligros y las vulnerabilidades que existen en su comunidad. La evaluación de la vulnerabilidad social de la población sobre percepción que representa una amenaza sísmica en su localidad y la capacidad de respuesta que tienen ante la misma, surgen del análisis estadístico obtenido de las planillas de análisis.

El análisis de la vulnerabilidad social de la población sobre la percepción local ante el riesgo sísmico y su capacidad de respuesta, que tienen ambas villas, evidencia una vulnerabilidad media-alta debido a:

Ambas villas expresan que más del 60% de la población no participan activamente de las organizaciones barriales.

En las mismas, más del 60 % no se evidencia en la memoria colectiva vivencias de situaciones de desastre ocasionadas por el sismo. Sin embargo, un 20% de la población se refieren haber vivido alguna situación de emergencia o desastre asociada al sismo e influyen en la percepción que poseen del riesgo.

Se destaca que más de 80% de la población de ambas villas, reconocen que es importante considerar los aspectos físicos de la vivienda; esto induce a despertar el interés en la población para asimilar nuevas técnicas constructivas que mitiguen el riesgo de sus viviendas.

Más del 85% de la población no conocen los procedimientos que se deben seguir, los lugares ni a los responsables de la atención en caso de emergencia sísmica, pero están interesados en conocer dicha información.

Más del 70% no saben o consideran que no se han realizado campañas de información o prevención y tampoco han realizado algún tipo de simulacro.

Más del 75% de la población no tienen un plan familiar sobre los procedimientos a seguir y dónde acudir, los lugares o los responsables de la atención, por lo tanto no responderán apropiadamente a los sistemas existentes, por más efectivos que éstos sean.

Casi la totalidad de la población no tiene conocimiento sobre la información relacionada a la prevención sísmica y están muy interesados en conocer las amenazas que afronta y las responsabilidades que deben asumir para protegerse de los mismos. Esto resultaría importante para el desarrollo de una cultura segura.

### 3 CONCLUSIONES

La información surgida del análisis dejó en claro que la población de las villas Mariano Moreno y 2 de Abril son vulnerables socialmente frente a las acciones sísmicas. Pero también, reflejó un gran interés por parte de los pobladores y las instituciones para estar informadas y generar acciones que mitiguen dicha vulnerabilidad.

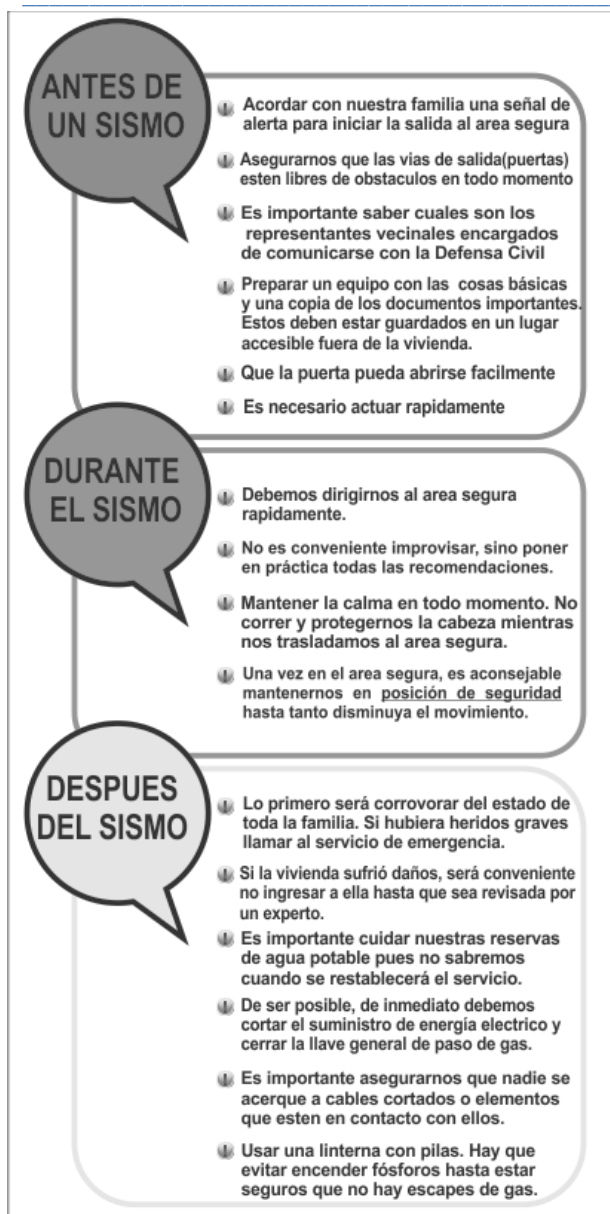
A partir de ello y bajo el pedido expreso del equipo de campo actuante, representando por profesionales del IPV y de los vecinos, se llevó a cabo una jornada de capacitación en la villa. En la misma se desarrollaron conceptos referidos a la sismicidad, sus orígenes, consecuencias, prevención y modo de operar frente al evento.

La tarea de capacitación fue posible, a través de la proyección de un video explicativo (ver figura 3), realizado especialmente para tal fin por el equipo de proyecto; y se aplicó una didáctica dinámica de los conceptos acorde a quienes se deseaba capacitar.



< Figura 3: Charla de Capacitación

Así también se brindaron instructivos (ver figura 4) a los vecinos con acciones a implementar antes, durante y después del sismo; como así también carpetas con información referida a la organización comunitaria para casos de emergencia.



< Figura 4: Instructivos entregados en el relevamiento.

Por lo tanto, este diagnóstico resultó útil para la toma de decisiones, y generación de programas y planes por parte de los organismos gubernamentales y los de la atención de emergencias, en lo referente al comportamiento de la población.

Además, queda de manifiesto la necesidad de contar con estos instrumentos de diagnóstico y análisis de la *Vulnerabilidad Social asociada al Sismo* para replicar en otros sectores con NBI; y poder identificar sus imaginarios y representaciones sociales, con el propósito de generar estrategias y acciones que mitiguen la Vulnerabilidad de Sísmicas de estos sectores.

#### 4 BIBLIOGRAFIA

-ARAYA UMAÑA, S. (2002). *Las Representaciones Sociales: Ejes teóricos para su discusión*. Costa Rica: FLACSO.

-Cardona, O. D. (2001). *La necesidad de repensar de manera holística los conceptos de Vulnerabilidad y Riesgo. "Una Crítica y una Revisión Necesaria para la Gestión"*. International Work-Conference on Vulnerability in Disaster Theory and Practice- (pág. 18). Wageningen, Holanda

-Cruz Roja, & Medialuna Roja. (2010). *Informe Mundial sobre Desastres 2010*. Ginebra, Suiza: La

Federación Internacional de Sociedades de la Cruz Roja y de la Media Luna Roja.

-DINAPRE, & UUEER. (2006). *Manual Básico para la Estimación del Riesgo*. Perú: Instituto Nacional de Defensa Civil.

-Ferrero, A. (2003). *Hábitat en Riesgo. Experiencias Latinoamericanas. ¿Participación o exclusión?* (pág. 215). Argentina: Programa CYTED-Subprograma XIV. Tecnología de Vivienda de Interés Social RED XIV-G.

-García Arroligan, N., Marín Cambranis, R., & Méndez Estrada, K. (2006). *Guía Básica para la Elaboración de Atlas Estatales y Municipales de Peligros y Riesgos. Evaluación de la Vulnerabilidad Física y Social*. Autor.

-LAVELL, Allan. (2004). "Las Perspectivas de la Gestión del Riesgo y la Evolución Conceptual". En actas ARQUISUR. XXIII ENCUENTRO VII CONGRESO. Arquitectura en Zonas de Alto Riesgo.

-Satterthwaite, D. (2010). Capítulo I: Evitar la Urbanización de los Desastres. En Cruz Roja, & Medialuna Roja, *Informe Mundial sobre Desastres 2010* (págs. 5-9). Ginebra, Suiza: La Federación Internacional de Sociedades CR y MR.

-UEP-PROMEBA. (2008). *Diagnóstico Integral Completo. Proyecto Villa Mariano Moreno y 2 de Abril*. San Juan. Argentina: Autor

## 4.8- APORTES AL MAPA DE RIESGO SANITARIO DE SANTIAGO DEL ESTERO COMO HERRAMIENTA DE GESTIÓN AMBIENTAL

**Jorge Daniel Ragno<sup>1</sup>**

(1)Universidad Tecnológica Nacional. Regional Tucumán. Maestría de Ingeniería Ambiental -  
Jorge.d.ragno@gmail.com

### RESUMEN

Confeccionar un Mapa de Riesgo Sanitario, que permita ser utilizado como herramienta de Gestión Ambiental, para formular un Proyecto de posterior implementación por parte de los municipios de un Plan Municipal de Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos.

### 1. INTRODUCCION

El desarrollo sustentable implica que la gente pueda superar la desigualdad y la pobreza, vivir adecuada y dignamente sin atentar contra los recursos al buscar su propio desarrollo y, al hacerlo, se están protegiendo los recursos para las generaciones futuras. Un compromiso intergeneracional por el cual pocas disciplinas y políticas se preocupan.

El camino hacia el Desarrollo Sustentable tiene como emblema, al menos en nuestro país, el caso de los Residuos Sólidos Urbanos (RSU), que aunque la Salud Pública es la principal razón para identificarlo como un problema ambiental grave, no lo es así a la hora de la aplicación de recursos humanos y económicos, para dar solución a este tema por parte de los municipios.

En particular se agrava la problemática en los municipios de poblaciones de menos de 10.000 habitantes porque carecen de iniciativa, recursos humanos y financieros para generar información y modelos de gestión ambiental adecuados. Es allí, entonces, donde creemos posible comenzar, aplicando programas de sencilla instrumentación, a partir de una adecuada estrategia de obtención de información y concientización de la comunidad, de esas poblaciones.

#### 1.1 Antecedentes

El caso de Santiago del Estero, en la República Argentina, es emblemático ya que es el caso de una provincia casi devastada por el manejo inapropiado de su medio ambiente, durante el siglo pasado. Actualmente, aún no se ha revertido la tendencia y los problemas de contaminación del aire, agua y suelo y la deforestación continúan.

El que suscribe ha recorrido como funcionario reiteradas veces el territorio de la provincia y ha podido así realizar una evaluación personal. En particular, trabajó sobre los RSU y, a partir de una encuesta preliminar sobre la disposición final (vertido) y tratamiento de los mismos, pudo verificar que no existe una adecuada Gestión Ambiental (GA). Entonces, se fundamenta la necesidad de contar con herramientas mínimas de GA que ayuden a la toma de decisiones a los organismos con competencia, a partir de la obtención de información confiable, obtenida por la instrumentación de acciones y de una experiencia aplicada que permita tomarse como base, para replicar luego, esa operatoria, en otras comunidades similares.

#### 1.2 Estudio de Caso

El Estudio de Caso fue desarrollado en Suncho Corral, en el Departamento Ibarra, que es un pueblo muy humilde de Santiago del Estero, de aproximadamente 10.000 habitantes, que a principios del siglo XX fue un emporio forestal.

En la actualidad está buscando encontrar finalmente su destino, luego de décadas de decadencia y olvido.

Suncho Corral no cuenta con ordenanzas ni normas promulgadas que regulen la gestión de residuos sólidos urbanos. Tampoco ha suscripto convenios con la autoridad de aplicación en la Provincia, por lo que se propone regularizar esta situación a partir de las propuestas que se originen en la formulación del Programa de Gestión Ambiental (PGA).

El objetivo de este estudio de caso, fue vivir desde adentro las posibilidades y dificultades que atraviesa una pequeña municipalidad para aplicar acciones en materia de política ambiental, y a partir de esa experiencia obtener conclusiones que permitan proponer un PGA que será formulado para un caso testigo que es representativo de los 18 municipios de 3ª Categoría, porque Suncho Corral es la de mayor cantidad de Habitantes. 6067 habitantes, según Censo Año 2001.

### **1.3 Objetivo**

Obtener una herramienta de diagnóstico y gestión MRS para la aplicación de un PGA en pequeñas comunidades.

De replicar este PGA en las 18 localidades, se beneficiarán 58290 habitantes, que son generadores a sus vez de aproximadamente 50 toneladas de basura por día. Éstas generan, también en forma aproximada, 25 metros cúbicos de gas metano al año por tonelada de residuo, ayudando con ello a la reducción de los gases de efecto invernadero, los que contribuyen al calentamiento global del planeta.

A partir del este objetivo general se desprenden los siguientes objetivos específicos:

- Erradicar Basurales a Cielo Abierto.
- Construir centros de disposición final (CDF) regionales en los casos que sea factible, plantas de tratamiento y estaciones de transferencia según se requiera, además del cierre de los basurales a cielo abierto.
- Brindar asesoramiento en la gestión financiera municipal para la recuperación de costos y asegurar así la sostenibilidad de la gestión.
- Promover la inclusión social de los recuperadores informales de residuos.
- Establecer políticas que promuevan la minimización de residuos a generar y a disponer, a través de su máxima valorización en todas las etapas de la gestión integral.
- Elegimos esta Unidad de Estudio por considerar que son problemáticas que adolecen históricamente de posibilidades de proponer soluciones y mas aun llevarlas a cabo.

### **1.4 Hipótesis**

“Los municipios de 3ª Categoría de la Provincia de Santiago del Estero no cuentan con elementos de diagnóstico (mapas de riesgo ambiental y/o sanitario) para formular una política de gestión integral de residuos sólidos urbanos.”

### **1.4 Justificación**

Teniendo en cuenta lo expuesto aquí, comenzamos a elaborar una diagnosis provisoria. Como dato relevante prueba de la hipótesis, nos referimos a que en el país, según datos de la página web de la Secretaria de Ambiente y Desarrollo Sustentable, las jurisdicciones comprendidas en el Programa Nacional de Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos.

### 1.5 Metodología

Los análisis de riesgo sanitario tradicionales son criticados, según Peluso *et al* (2003), por tener una visión fragmentada de la relación entre una fuente de peligro y el organismo expuesto, al ser espacialmente puntuales, unipersonales y por no considerar otras influencias sobre la exposición (Peluso *et al*, 2003).

Entonces, al existir un interés creciente por modelos que integren el riesgo y los Sistemas de Información Geográfica (SIG), se utiliza esa plataforma para superar esas críticas en los estudios.

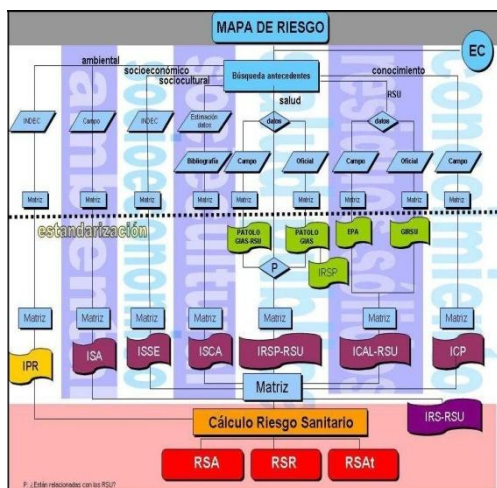
Así de esta forma, se cartografían niveles de riesgo en un polígono (límites departamentales, en nuestro caso) complementados por un índice integrador formado por parámetros socioeconómicos y sanitarios –se pueden agregar otros índices - que modelan el índice de riesgo usando técnicas multicriterio (Peluso *et al*, 2003). Aplicando este lineamiento, es necesario, que en el presente trabajo se desarrolle una metodología para la generación del parámetro complejo integrado ó índice que propone Peluso (Peluso *et al*, 2003). Este índice estará conformado por la conjugación de una serie de variables socioeconómicas, sanitarias y otras; para lograr aplicarla como complemento de un análisis de riesgo espacial, por la mala gestión de los residuos sólidos, en municipios de 3ª Categoría, en la Provincia de Santiago del Estero, dentro de un entorno SIG, a los fines de verificar el aporte conjunto para la gestión ambiental y sanitaria.

Se estima que éste será un aporte superador, que caracteriza al riesgo de un modo más comprensivo, sistematizable y objetivo.

### 1.5 Síntesis de la metodología (diagrama de flujo)

Por medio de los índices o indicadores de riesgo (parámetro complejo) lo que buscamos es elaborar el elemento que sintetice, con más o menos aproximación, todo lo que las condiciones de riesgo pueden afectar a la salud de la población. En este sentido, básicamente, mediante la operatoria de los análisis multicriterio (AMC) se propuso la creación de polinómica lineal de riesgo (PoLR), en cuya ecuación se incorpora información que se maneja en el presente trabajo de tesis, a partir del análisis y evaluación de la misma.

La “PoLR” polinómica esta provista por diferentes criterios, formados por variables consistentes, que representan las áreas de nivel a los que pertenecen: el nivel socioeconómico, el sociocultural, el ambiental el sanitario relacionado con la exposición al basural, el conocimiento de la problemática y la gestión de los residuos sólidos urbanos. El resultado de la ecuación de esa polinómica es un valor numérico integrador por localidad, que resume el aporte potencial de la misma.



< Figura 1.- Cuadro Conceptualización de la metodología a aplicar.

- ISA: Índice Situación Ambiental
- ISCA: Índice Situación Sociocultural
- ISSE: Índice Situación Socioeconómica
- ICAL-GIRSU: Índice de Calificación del GIRSU
- IRSP-RSU: Índice de Riesgo Salud Pública relacionado con los Residuos
- ICP: Índice Conocimiento de la Problemática RSU

Los distintos indicadores obtenidos este trabajo, conforman los criterios.

La integración de todos los criterios (Sistema Integrado de Criterios o SIC) se realiza por la suma ponderada (PoIR) y su resultado, como se expresara anteriormente, representa un valor de (IRS) Índice de Riesgo.

Por no haber realizado un estudio epidemiológico el “IRS” lo re denominamos “IRSE” Índice Riesgo Sanitario Equivalente.

La definición de riesgo involucra la población más vulnerable, que es susceptible al riesgo asociado, debido a que las variables del riesgo dependen del tamaño poblacional. Entonces, para seguir adelante en este trabajo, es necesario establecer cuál es la población en riesgo.

En este trabajo se planteó la obtención de la magnitud de la población en riesgo o su equivalente donde el IPR (Índice de Población en riesgo) representa, a la sazón, la magnitud equivalente de cada una de las poblaciones vulnerables, que denominaremos Población Vulnerable Equivalente (PVE).

Pero, como se dijo no se realizó un estudio de campo para determinar, en una muestra, la proporción de individuos afectados por las patologías por exposición a los basurales y demás criterios involucrados, no podemos entonces aplicar la definición de riesgo sanitario para su cálculo según Pita Fernández, (et al 1997), para obtener los riesgos absolutos, relativos y atribuibles. Sin embargo, en base a la información obtenida la Población de Riesgo la definimos en este trabajo como la más vulnerable y es la población menor a 15 años y mayor a 65 años que cuantificada (PVE) la relacionamos con el factor de riesgo, a la sazón el Índice de Riesgo Sanitari o Equivalente (IRSE) obteniendo la proporción de la Población Afectada Equivalente (PAE), que ahora si, con la cuantificación de su magnitud, nos permitiría el cálculo de los riesgos absolutos, relativos y atribuibles, según su definición. Para continuar con nuestro análisis, el objetivo siguiente ahora, es definir las incógnitas PAE y % PAE:

PAE= Población Afectada Equivalente: Es la cantidad de población (equivalente al valor real que se desconoce) que sufre efectos negativos, como enfermedades, por estar expuestos a la basura.

PAE = PAo+PAe (Población Afectada No expuesta + Población Afectada Expuesta)

% PAE = Porcentaje Población Afectada Equivalente: Es el porcentaje de la población (equivalente al valor real que se desconoce) que sufre efectos negativos, como enfermedades, por estar expuestos a la basura.

Operando en forma conveniente y despejando %PAE, se obtiene el Porcentaje de afectados de la Población de Riesgo (expuesta), según:

$$\% \text{ PAE} = \text{PAE} \times \% \text{ PR} / \text{PVE} \quad (1)$$

Luego; se obtiene los distintos valores % PAE para cada localidad.

Para obtener el valor más fidedigno representativo del RIESGO SANITARIO por departamento, necesitamos hacer el ajuste correspondiente, que a la sazón es en un solo, DPTO ROBLES, que tiene 2 municipios de 3º Categoría (Beltrán y Forres. Entonces, como criterio, para estar del lado de la seguridad, se adopta el de mayor valor de riesgo sanitario.



## 2. RIESGO SANITARIO

EL Riesgo Sanitario, según Backett ( *et al* 1986), es la estimación de la noción de riesgo que está ampliamente difundida, sobre todo en relación con los juegos, pero en el contexto de la salud personal o familiar, esta falta de noción puede ser alarmante. El hecho de saberse amenazado por un acontecimiento futuro puede resultar menos terrorífico si se conocen las probabilidades de evitar ese acontecimiento.

En el campo que nos ocupa, la Salud, también puede evitarse la angustia que suscita el riesgo de enfermedad si se utiliza esta noción para indicar los conocimientos y técnicas que se necesitan para prevenir la enfermedad y promover el cuidado de la salud (Backett *et al*, 1986).

Ahora bien, el concepto de riesgo no es una panacea, sino más bien una serie de sugerencias acerca de la explotación de esa información y de esas ideas en diferentes partes de los sistemas oficiales y no oficiales de asistencia sanitaria. Continuamente se están planteando nuevos problemas, cada uno de los cuales exige resoluciones nuevas. El concepto de riesgo aporta ya cierta información respecto a algunos de ellos (Backett *et al*, 1986). El término riesgo implica que la presencia de una característica o factor (o de varios) aumenta la probabilidad de consecuencias adversas. En ese sentido, el riesgo constituye una medida de probabilidad estadística de que en el futuro se produzca un acontecimiento, por lo general no deseado.

Cuando se puede reducir o anular la probabilidad de que se produzca una enfermedad o afección, un accidente o un fallecimiento adoptando ciertas medidas por anticipado, esta noción representa una aplicación del concepto de riesgo a nivel individual (Backett *et al*, 1986).

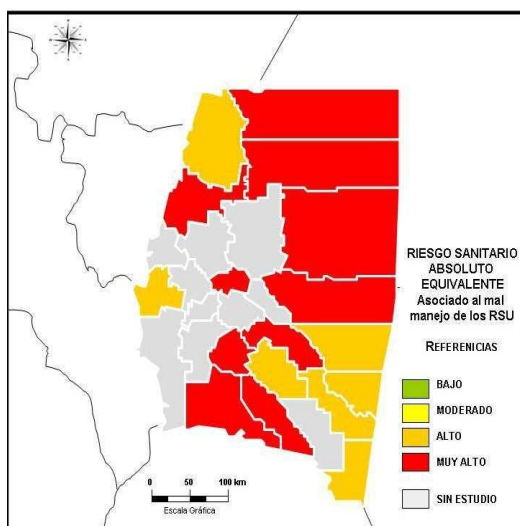
### 2.1 Dibujo del Mapa Riesgo Sanitario

El mapa gráfico será generando a partir de una matriz de datos, formulada con información recabada en base a la obtenida en campo y en el trabajo de investigación. Para que, luego de ser interpretada, analizada y codificada sea volcada al mapa. Así se podrán identificar claramente el tipo de problemática de Riesgo Sanitario.

### 2.2. Riesgo Absoluto

Según Pita Fernández, (et al 1997), Mide la incidencia del daño en la población total. Es decir la probabilidad de que en un periodo determinado se produzca una enfermedad.

$$RAbE = ((PAe + PAo) / PT) * 100 \quad (2)$$

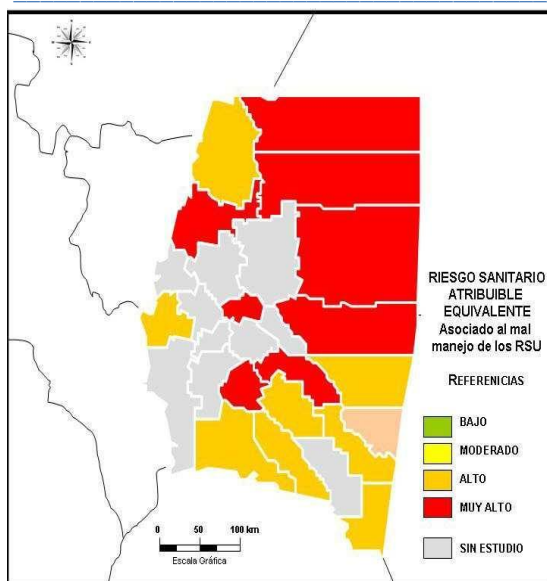


< Figura 2. Mapa de Riesgo Sanitario Absoluto equivalente asociado a la gestión de los residuos sólidos urbanos (RABE). en municipios de 3º categoría-Pcia de Santiago del Estero.

### 2.3 Riesgo Relativo

$$RRE = (PAe / PAe + PAo) / PAo / (PT - PR - PAo) \quad (3)$$

Según Pita Fernández, (et al 1997), compara (cociente) la frecuencia con que ocurre el daño entre los que tienen el factor de riesgo y los que no lo tienen.

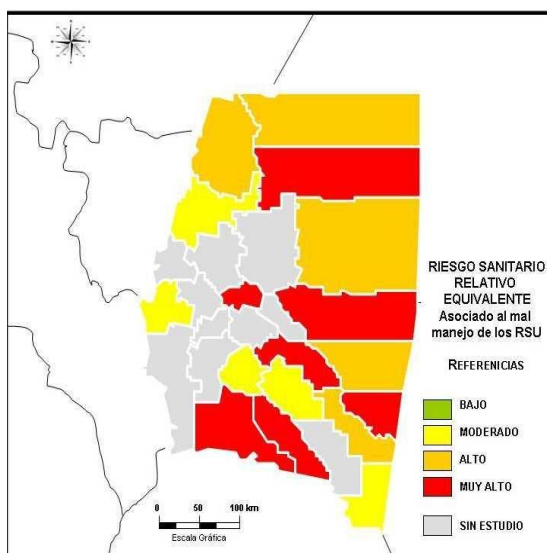


< Figura 3. Mapa de Riesgo Sanitario Relativo equivalente asociado a la gestión de los residuos sólidos urbanos (RRE) en municipios de 3ª categoría-Pcia de Santiago del Estero.

## 2.4 Riesgo Atribuible

$$RAE = ((PAo + PAe) / PT - (PAo / PT - PR)) * 100 \quad (4)$$

Según Pita Fernández, (et al 1997), es la cantidad de riesgo que sufre toda la población como consecuencia de la exposición. Es la diferencia entre la incidencia de los expuestos y los no expuestos.



< Figura 4. Mapa de Riesgo Sanitario Atribuible equivalente asociado a la gestión de los residuos sólidos urbanos (RAE) en municipios de 3ª categoría-Pcia de Santiago del Estero.

## 3. CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos en este trabajo de tesis, sobre distintos aspectos en materia ambiental social, legal y sanitaria, que se conjugan para una correcta gestión de residuos sólidos urbanos, nos permiten establecer las siguientes conclusiones:

1. El desconocimiento, en general, de los actores sobre la gestión de los RSU en su concepto "Integral" es en todos los niveles: ciudadanos, funcionarios, profesionales, educadores sanitarios etc. Esto se debe revertir en los próximos años, a partir de la capacitación y difusión.
2. Debemos instalar la conciencia ambiental para exigir cumplir la ley.
3. No se cuenta con estadísticas.
4. La situación socio-ambiental en la provincia de Santiago del Estero con el 40% de ruralidad - es importante destacar- no se repite en ninguna otra jurisdicción del país. LO QUE DIFICULTA SU ABORDAJE. (El promedio de la población rural en la Argentina es de solo el 10%).
5. Necesidad de implementar políticas de ordenamiento territorial, que garanticen a largo plazo la sostenibilidad ambiental para el aprovechamiento integral de su territorio en beneficio de los habitantes.
6. EL IMPACTO AMBIENTAL, según indicadores en la provincia de Santiago del Estero, debido a factores socioeconómicos ES MODERADO A SEVERO.

7. Surge del análisis que la problemática hídrica, de relevancia, afectaría al 21 % de la población, mientras que la cuestión del suelo, fectaría al 43 % de la población, y la del aire al 36 %, en detrimento en la calidad de vida de la población.

8. En el Area de Estudio de los municipios de 3º Categoría en la Provincia de Santiago del Estero se ha observado que los basurales a cielo abierto representan una problemática común para todas las localidades.

9. La tendencia mundial en disponer cada vez menos residuos en los rellenos sanitarios, en cambio en la Provincia de Santiago del Estero son mayoría aun los vertederos a cielo abierto.

10. En todos los casos, aún es incipiente el sistema de tratamiento de los residuos con su separación y reciclado.

11. Necesidad de implementar para el caso de algunas ciudades pequeñas y áreas rurales, ele implementar sistemas sencillos y económicamente viables de separación de residuos en la fuente, que cuenten con la participación no sólo de grupos informales en la recolección sino también de grupos barriales o comunitarios.

12. Se verifica en este trabajo, que para los municipios de pequeña población el tema de “la basura” tiene relevancia para las autoridades solo en cuanto al servicio de “recolección”, no así la “disposición final “y “tratamiento”.

13. La magnitud de la problemática requiere de la participación de los distintos niveles de gobierno.

14. En los municipios de 3º Categoría de Santiago del Estero se comprobó:

- Los Municipios de menos de 10.000 hab. No tratan los rsu.
- La disposición final es solo mediante basurales a cielo abierto.
- El 44 % de los basurales a cielo abierto visitados representan riesgo sanitario y ambiental (según clasificación OPS/EPA).
- Solo 4 de los municipios iniciaron alguna acción para alcanzar un GIRSU
- Ninguno de los municipios tiene implementado un GIRSU

15. Las causas por las cuales los municipios de 3º Categoría no pueden implementar un GIRSU son:

- Nulas políticas de apoyo, en todos los niveles gubernamentales.
- Falta de exigencia de la población.
- No es prioridad implementar un GIRSU.
- La basura lo mas lejos posible (efecto nimby )
- Presumible poco rédito político
- Nula presión legal
- Necesidad de importante inversión para el municipio
- Sectarismo político que impide la regionalización
- Falta del dominio del terreno para erradicar y relocalizar los basurales

16. reducir, reciclar y reutilizar los residuos en cada jurisdicción, mas en las localidades pequeñas, es entendido como un “negocio poco rentable”, siendo que es un servicio que debe prestar el municipio en nombre del Estado, con obligación de hacerlo, que emana de la misma ley.

17. Las leyes en materia de RSU no se cumplen.

18. Sería muy útil contar con la información que revelara el ahorro que se produciría en costos por atención de la salud, en relación con las mejoras ambientales necesarias para evitar las patologías ya que no se cuenta con ella.

19. Los municipios de mayor preocupación por el Riesgo Sanitario que representan son los de: BELTRÁN, LOS TELARES, COLONIA DORA, CAMPO GALLO, TINTINA, SUMAMPA Y LOS JURÍES. Estos municipios, en orden de prioridad, son los que necesitan mayor asistencia en recursos económicos y técnicos para atender esta situación.

20. En el 95 % de los casos -municipios- aparecen patologías relacionadas con la exposición a la basura en grupos vulnerables de la población.

21. En cuanto a los Basurales o Vertederos a Cielo Abierto:

- La distancia que se encuentran del centro poblado es de entre 700 m a 3000 m del casco céntrico.
- El terreno donde se emplazan los VCA no pertenece al Municipio, ya que son terrenos fiscales o privados, por lo que debe regularizarse el dominio.
- El tamaño que ocupan los VCA es de 2.00 a 2.50 hectáreas
- Se observaron animales sueltos y hay actividad de cirujeo.
- Junto al VCA existen parcelas de predios linderos, donde se realizan cultivos que representan potencialmente un riesgo fito-sanitario.
- No está señalado el predio
- No cuentan con cerco perimetral

Las similitudes del servicio se la pueden acotar entre los siguientes parámetros máximos y mínimos respectivamente:

- La frecuencia del servicio es alternada: va en algunos un servicio diario, en otros cada 3 días a 1 día a la semana, y en todos los barrios de las ciudades.
- El Servicio de barrido y limpieza se realiza en forma diaria y en días alternados en otros.
- Los vehículos utilizados son camiones volcadores y carritos empujados por tractores.
- El personal afectado al servicio es de entre 5 a 15 operarios, lo que representa un promedio del 5% del total del municipio.
- Un cálculo estimado de la cantidad de residuos diarios generados en promedio da entre las 2 a 3 Toneladas, lo que representa 0.64 Kg/hab/día.
- Las tasas que se cobran por el servicio están incluidas con otros, estimándose el cobro como regular a mala, por lo que se infiere que el financiamiento del servicio de recolección es financiado con fondos coparticipables que recibe el municipio.
- Respecto a la implementación de programas de gestión integral de residuos sólidos urbanos, en este aspecto aún no se realizaron experiencias concretas, excepto el inicio de ellas en Selva, Bandera, Pinto y Suncho Corral.

#### 4. BIBLIOGRAFIA

- Backett E; Davies M, Petros-Barvazian A; *El concepto de riesgo en la asistencia sanitaria*. Organización Mundial de la Salud. Ginebra Suiza. 1986.
- Peluso, F, Usunoff, E., Entraigas, I *“integración de parámetros socioeconómicos en estudios espaciales de riesgo sanitario mediante el uso de herramientas multicriterio”*, *geofocus (artículos)*,

nº 3, p. 186-198. Issn: 1578-5157. . Azul. Pcia de Buenos Aires. Argentina. 2003.

- Pita Fernández, S, Vila Alonso M, Carpente Montero J *determinación de factores de riesgo. Unidad de epidemiología clínica y bioestadística. Cad aten primaria 1997; 4: 75-78.* Complejo Hospitalario Universitario de a Coruña. La Coruña. España . 1997.

#### **4.9- MAPA DE RIESGO SÍSMICO EN BASE A LA RELACIÓN GRADO GEOTÉRMICO VS. MAGNITUD EN SISMOS SUPERFICIALES DEL CENTRO OESTE DE LA PROVINCIA DE SANTIAGO DEL ESTERO.**

**Alfredo P. Martín<sup>1</sup>, Martín M. Paz<sup>1</sup>, Rodolfo Palazzo<sup>2</sup> y Silvia Lencina<sup>3</sup>.**

(1) Ente Regulador de los Servicios de Agua y Cloacas de Santiago del Estero (ERSAC)  
alfredopmartin@gmail.com; mmartinpaz@gmail.com

(2) Cámara de Senadores de la Provincia de Santa Fe.  
rodygeol@yahoo.com

(3) Universidad Nacional de Santiago del Estero (UNSE).  
silvia\_lencina@hotmail.com

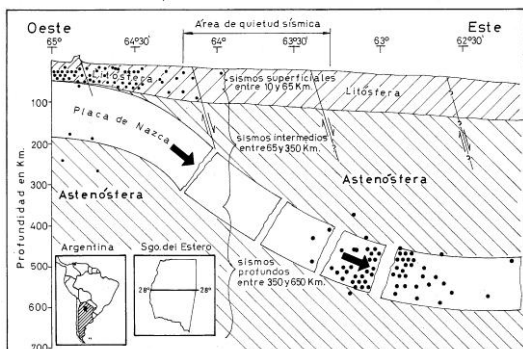
#### **RESUMEN**

La abundante información disponible sobre los sismos ha permitido elaborar un mapa estructural en el entorno de la sierra de Guasayán, en donde se distinguen un conjunto de focos alineados (en rosario) que revelan la existencia de megafacturas ocultas por una cubierta sedimentaria y en las perforaciones próximas a esas fallas activas se midió el grado geotérmico en °C/100m, de tal manera que se comprobó una relación directa entre la magnitud del sismo con el grado geotérmico (ver figura 6). Esta estrecha dependencia permitió construir un mapa de riesgo sísmico (ver figura 7) en donde se detectaron cuatro zonas que están expuestas a sufrir sismos mayores a 5 en la escala de Richter. Por lo mencionado precedentemente, el objetivo de esta investigación aplicada radica en restringir la destrucción en las construcciones que pudieran ocurrir porque el mapa de riesgo sísmico servirá para prevenir cualquier contingencia, adoptando una serie de normativas para la construcción de edificios, puentes, presas, embalse, etc., así como también elegir los materiales más aptos y los mejores métodos constructivos con la finalidad de fijar reglas que permitan proyectar, construir y reforzar las construcciones, de manera que se comporten adecuadamente si se generan movimientos de envergadura.

#### **1. LOS SISMOS SUPERFICIALES**

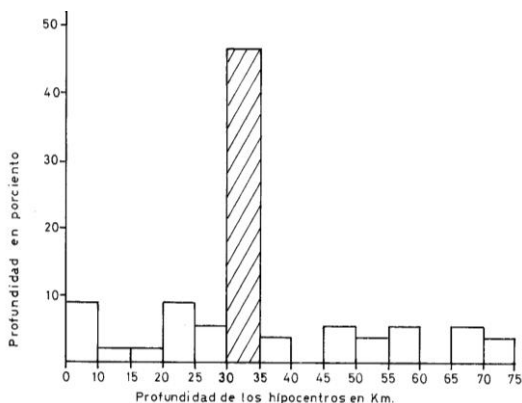
Los sismos superficiales se ubican entre los 27º y 29º de latitud Sur y los 64º 30' y 65º 30' de longitud Oeste y están íntimamente relacionados con el desplazamiento de la placa de Nazca que se desliza por debajo de la placa Sudamericana a una velocidad de 8 cm/año, De Metz (1990), ver figura 1. Pero, es importantes destacar que si bien es cierto que la sismicidad en la zona posee un carácter reducido, no menos cierto es que en los alrededores de la sierra de Guasayán, se ha suscitado en el pasado un terremoto estimado en una magnitud 7 en la escala de Richter, como el ocurrido el 4 de Julio de 1817 que destruyó el norte de la ciudad de Santiago del Estero y generó severos daños en las construcciones de adobe de aquella época. Tan es así, que señala Corti (1917) "persistieron los sacudones hasta el día 11 de Julio en donde se agrietó la tierra con explosiones y

lanzamientos de piedra y agua". Por ese motivo, Perucca et al (2006), manifiesta que este fenómeno estuvo asociado a un proceso de licuefacción debido a las grandes agitaciones que afectaron a los sedimentos saturados por el escape de grandes volúmenes de agua que fueron expulsados a superficie durante las intensas sacudidas.



< Figura 1. Bloc diagrama conceptual del subsuelo del área de estudio en donde se originan sismos de baja magnitud.

Además, estos sismos se generan enteramente en la corteza sólida y el 47 % de ellos entre los 30 y 35 Km. de profundidad como se observa en la figura 2. Así también los estudios en detalle demuestran que los focos se concentran según determinadas alineaciones que corresponden a incisiones del basamento profundo.



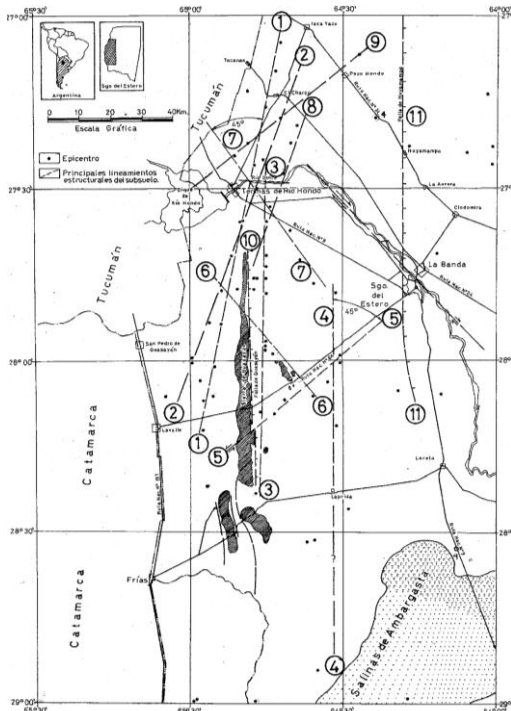
< Figura 2. Relación predominante entre la profundidad de los hipocentros en %.

De tal manera que la cinemática ejercida por la placa oceánica fue la encargada de generar vigorosos rozamientos que adelgazaron y fracturaron la corteza sólida. Posteriormente los procesos isostáticos dieron lugar al desplazamiento vertical de los grandes bloques de la litósfera y generaron en el subsuelo, fajas de debilidad estructural que tienen la particularidad de ostentar una elevada tasa de cizallamiento activo y a su vez, disponen de abundante circulación de fluidos hidrotermales de origen infracrustal que calientan a los acuíferos de elevada presión hidrostática.

## 2. LOS GRANDES LINEAMIENTOS TECTÓNICOS

Durante el Pleistoceno medio se generaron una serie moderna de pulsos tectónicos que elevaron aun más las estructuras del subsuelo a sus niveles actuales y dieron lugar a una fracturación regional intensa, al punto que estos movimientos fueron los responsables de la configuración del relieve que impera hasta nuestros días. Sin embargo, las convulsiones no quedaron detenidas en el tiempo y las grandes fracturas que se encuentran hacia ambos lados de la sierra de Guasayán fueron las responsables de una intensa actividad que no ha cesado hasta el presente, de tal manera que los grandes esfuerzos endógenos rectificaron con rumbo meridiano a la megafalla de Huyamampa, figura 3 (11) que tiene una longitud visible de 130 kilómetros. El otro sistema de fallas que se encuentran sepultadas en el subsuelo, fueron detectadas por el alineamiento de los focos sísmicos, ver figura 3 (1) al (10) y corresponden a fracturas de varias decenas de kilómetros de extensión que se encuentran ocultas por una cubierta sedimentaria de cientos de metros de espesor y en las cercanías de la sierra, se pudieron distinguir los siguientes aspectos tectónicos que se detallan a continuación: a) áreas con escasa sismicidad ligada a fallas visibles del basamento Proterozoico que no muestran rasgos de una actividad Neotectónica, tal como ocurre con la falla de Huyamampa de rumbo Norte - Sur y la falla transcurrente del Río Dulce que tiene un rumbo de NO 45º SE. b) fracturas que están cubiertas por materiales sedimentarios pertenecientes a la cuenca

Neógena y que no se encuentran expuestas, pero si tienen una sostenida actividad sísmica. En la zona de estudio, los sismos están relacionados con la actividad de las grandes fracturas y la energía liberada está relacionada con el dinamismo que ejercen las fallas ubicadas entre los 10 y 65 Kilómetros de profundidad y estas conmoviones que se generaron en el pasado, han provocado grietas en el suelo, fuentes surgentes que manaban agua caliente en forma violenta y desplazamientos verticales con agrietamientos del terreno.



< Figura 3. Principales lineamientos estructurales que fueron detectados por sismología instrumental

Además, existe una faja de aproximadamente 70 Km. de ancho por 650 Km. de longitud que se extiende de Norte a Sur y parte de Recreo (Catamarca), hasta el límite con la República de Bolivia, de tal manera que en las provincias que atraviesa se encuentran puntos calientes "hot point" como: Taco Ralo (Tucumán), Termas de Río Hondo (Santiago del Estero), Los Baños de Rosario de la Frontera (Salta) y Termas de Reyes (Jujuy), Martín et al (2007) (parte II).

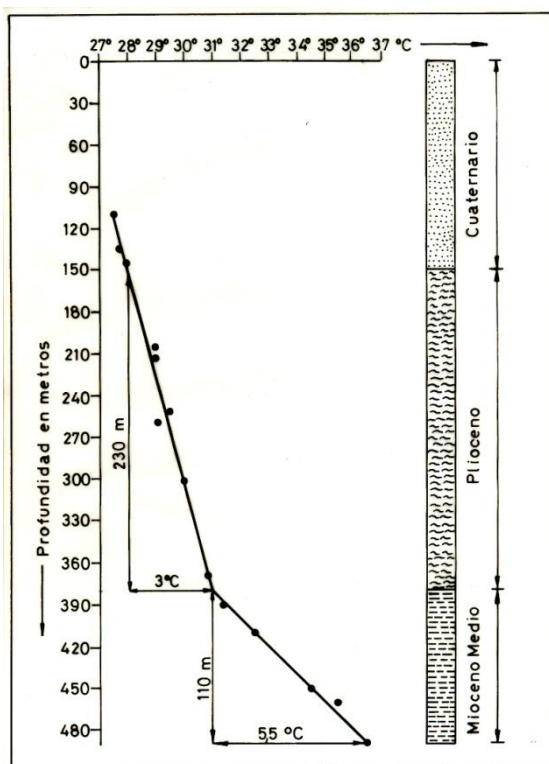
### 3. EL GRADO GEOTÉRMICO.

Los sondeos profundos que ejecutaron distintos organismos gubernamentales como: la Dirección Nacional de Minería y Geología (D.N.M y G.), Obras Sanitarias de la Nación (OSN) y la Corporación del Río Dulce (CRD), permitieron determinar el grado geotérmico, debido a que en determinadas partes de la cuenca se advierte un vigoroso incremento de la actividad hidrotermal y la transferencia de flujo calórico coincide con una serie de planos de debilidad o zonas de cizalla que funcionan como canales ascensionales por donde se desplaza el calor proveniente de la corteza inferior y caldean principalmente a los acuíferos almacenados en el Plioceno y Mioceno, Martín et al (2007) (parte I). En estos lugares es muy importante el papel que desempeñan las grandes masas de magmas como conductoras de calor, tan es así, que Baldis (1982) ha señalado la existencia de una masa magmática conductiva que estaría localizada en el subsuelo de la localidad de Taco Ralo (límite entre Tucumán Santiago del Estero) y sería la encargada de suministrar elevadas temperaturas a todos los acuíferos de la región. Por convenio internacional, se ha determinado que por cada 33 metros de penetración en el subsuelo, aumenta un 1 °C la temperatura, aunque el gradiente depende de la profundidad, del tipo de roca en donde está contenidos los acuíferos y de los grandes focos de calor generados en zonas típicamente volcánicas. Además, el agua que se localiza en la corteza terrestre alcanza temperaturas sorprendentemente elevadas y el origen de ese calor es muy factible que provenga de la desintegración de sustancias radioactivas, especialmente de la fisión del Uranio, ya que tiende a acomodarse en la parte inferior de la corteza por diferencia de densidad. Por tal motivo, el agua subterránea aumenta su temperatura por debajo de la zona de variación térmica y los pozos profundos suelen proporcionar agua tanto más caliente cuanto más profunda ésta se encuentre. Para la determinar el grado geotérmico (ver figura 4) se utiliza un papel milimetrado común, de manera que se pueda ubicar la profundidad de cada uno de los acuíferos involucrados, en el eje de las ordenadas y su temperatura en °C en el eje de las abscisas y por la sucesión de los diferentes puntos, se traza una recta como se observa en la figura 4. Una vez

proyectada la recta, se resta el valor de la profundidad, es decir  $380\text{ m} - 110\text{ m} = 270\text{ metros}$ , de tal manera que a ese resultado se los divide en  $3\text{ }^{\circ}\text{C}$  y se obtiene el grado geotérmico mediante la formula (1):

$$gg = \frac{3^{\circ}\text{C}}{230\text{m}} = 0,013 \times 100\text{m} = 1,13 \frac{^{\circ}\text{C}}{100\text{m}} \quad (1)$$

Como el valor de  $0,013\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{m}$ , es muy pequeño, se lo multiplica por 100 metros y se obtiene  $1,13\text{ }^{\circ}\text{C}/100\text{m}$ . Pero, al penetrar en las arcillas verdes del Mioceno medio, el grado geotérmico cambia abruptamente de temperatura, ya que la conductividad térmica entre los distintos tipos de rocas son disímiles entre sí, de manera que las facies de fangos verde azulados del Mioceno medio presentan un gradiente geotérmico notablemente mayor de  $5,5\text{ }^{\circ}\text{C}/100\text{ m}$ .



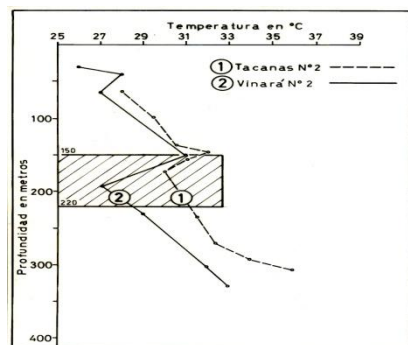
< Figura 4. Determinación del gradiente geotérmico en un pozo que se encuentra ubicado en el área sísmica de las sierras de Guasayán.

Estos sedimentos marinos son prácticamente impermeables y encierran aguas que conforman grandes yacimientos de salmueras naturales que alcanzan los  $70\text{ gr/L}$  de sales disueltas. Por otra parte, las arcillas son predominantemente glauconíticas de color verde oliva, y desde el punto de vista químico son silicatos de hierro, aluminio y magnesio, las cuales transmiten mejor el flujo calórico por conducción, en cambio los sedimentos que se encuentran en el Plioceno en donde predomina el cuarzo, especialmente en aquellos acuíferos con elevados contenidos de arenas y gravas, se engendran fluctuaciones sustanciales de temperatura en donde prevalece la convección. Las arcillas verdes del Mioceno medio y las grandes masas batolíticas, tienen un gran significado, porque: a) Las arcillas verdes

constituyen el basamento hidrogeológico del sistema acuífero multicapas y concentran con mayor eficacia el flujo calórico que proviene de los niveles inferiores; b) las grandes masas magmáticas permiten el calentamiento de los acuíferos, tal como ocurre en el límite tripartito de las provincias de Tucumán, Santiago del Estero y Catamarca.

### 3.1. Inversión de temperaturas.

Es común encontrar gradientes geotérmicos negativos, tal como se observa en la figura 5



< Figura 5. Gradientes geotérmicos negativos que se generan en las perforaciones de la Dirección Nacional de Geología y Minería, Tacanas N° 2 y Vinará N° 2 al Norte del área de estudio (Santiago del Estero).

Por ejemplo, en los sondeos (1) Tacanas N° 2 y (2) Vinará N° 2 que están localizados muy cerca de la sierra de Guasayán, se advierte que los acuíferos aproximadamente siguen una pendiente positiva, pero entre los 150 y 220 metros de



profundidad, ver figura 5 (área rayada), el flujo calórico disminuye ostensiblemente y a este fenómeno se lo conoce como de inversión de las temperaturas.

En tales condiciones, la utilización de gradientes geotérmicos - muchas veces - carece de significado cuando se realiza un estudio hidrogeológico de profundidad, ya que es difícil reconocer el verdadero gradiente cuando existen procesos físicos de convección en la transferencia de calor. Las fuertes fluctuaciones que se originan por los descensos de los núcleos de agua proveniente (figura 5 – área rayada) de la zona de recarga, son lentas que tienen la tendencia a incrementar su densidad y por lo consiguiente descienden debido al gradual enfriamiento. El perfil de temperaturas Vs. profundidad de la figura 5, permite detectar zonas en donde están situados los mayores procesos de convección que ocurren en los acuíferos suprayacentes.

Además, los ensayos de bombeo realizado en distintas localidades por el método de coincidencias de Walton - Hantush (1956), corroboran la existencia de una conductividad hidráulica vertical de los miembros improductivos que está en el orden de los  $3 \times 10^{-4}$  y  $2,1 \times 10^{-5}$  m/día; lo que implica que a través del acuitardo que están constituidos por los limos arenosos y arcillas, se realiza el transporte de flujo calórico vertical por convección forzada. Por tal motivo, se puede decir a grandes rasgos, que la convección es el proceso de transmisión del calor, a causa del movimiento real del agua, de tal manera que los acuíferos se calientan mediante un foco caliente y se engendra un ascenso vertical forzado a través de los horizontes improductivos.

#### 4. DIAGRAMA DE MAGNITUD VS. GRADO GEOTÉRMICO.

La tabla 1 ha permitido ubicar en el eje de las abscisas el grado geotérmico y en el eje de las ordenadas la máxima magnitud generada en la fractura, tal como lo indica la figura 6. Es decir que la recta (1), representa a los sismos que se encuentran enclavados en la parte occidental de la cuenca que está ubicada entre el límite interprovincial de Tucumán, Santiago del Estero y Catamarca, cuya posición geográfica de latitud y longitud están representados en la tabla 1.

Tabla 1 Condiciones distintivas de las perforaciones				Características de los Sismos				
Nº de orden	Nombre de la Perforación	Institución	Grado geotérmico (°C/100 m)	Fecha	Profundidad del sismo en Km.	Latitud	Longitud	Magnitud
1	San José N° 1	(DNGM)	9,73	04/02/26	33	-27°59'57"	-64°30'02"	6,5
2	Aragón N° 1	(DNGM)	4,00	25/11/09	62	-27°27'28"	-64°41'49"	3,7
3	Barrialito N° 1	(DNGM)	3,10	14/11/06	11	-27°22'31"	-64°48'44"	4,1
4	Vinará N° 1	(DNGM)	5,35	02/05/08	75	-27°22'31"	-64°48'44"	4,0
5	Pozo Hondo N° 1	(DNGM)	4,69	05/10/67	25	-27°07'12"	-64°07'12"	4,6
6	Rodeo Valdéz N° 1	(DNGM)	3,20	02/04/98	24,1	-27°38'01"	-64°38'56"	3,1
7	Chañar Pozo N° 1	(DNGM)	3,07	27/06/09	74,7	-27°38'20"	-64°40'40"	4,0
8	Tacanas N° 2	(DNGM)	3,60	20/08/74	57	-27°13'44"	-64°48'57"	4,7
9	Concepción N° 1	(DNGM)	7,69	12/06/49	60	-28°00'06"	-64°29'48"	5,9
10	Gramilla N° 2	(DNGM)	3,74	27/12/03	60,8	-27°19'53"	-64°39'21"	4,3
11	Huyanampa N° 1	(DNGM)	3,85	17/10/73	33	-27°23'59"	-64°17'59"	4,2
12	Arraga N° 2	(DNGM)	4,00	02/09/08	10	-28°06'12"	-64°10'55"	3,5
13	San Pedro N° 2	(DNGM)	8,20	21/10/08	10	-28°01'41"	-64°55'51"	5,1
14	Pampa Pozo N° 1	(DNGM)	1,54	22/05/85	92	-26°30'39"	-64°27'57"	3,8
15	Monte Flor N° 1	(OSN)	6,66	02/06/09	10	-26°45'14"	-64°35'59"	4,6
16	La Costosa N° 1	(OSN)	4,67	17/04/02	16,9	-26°47'16"	-64°30'46"	3,8
17	Choya N° 2	(DNGM)	3,00	22/09/94	33	-28°23'38"	-64°47'16"	3,4
18	Laprida N° 6	(DNGM)	4,02	29/06/01	60,9	-28°26'38"	-64°29'45"	4,7
19	Colonia Tanco N° 3	(CRD)	4,20	16/10/08	33	-27°25'22"	-64°45'27"	3,8
20	Isca Yacá N° 1	(CRD)	3,10	02/09/77	52	-27°00'00"	-64°31'08"	4,1
21	Cañada Escobar N°1	(DNGM)	5,12	02/09/77	56	-27°40'30"	-64°03'32"	3,5
22	Lavalle N° 5	(DNGM)	4,00	19/08/97	33	-28°12'01"	-64°57'33"	4,6
23	Antajé N° 3	(DNGM)	4,30	14/01/84	100	-27°41'59"	-64°11'59"	4,8
24	Arenales N° 1	(DNGM)	3,80	17/07/98	37	-26°45'14"	-64°35'59"	4,5
25	El Bravo N° 1	(DNGM)	5,44	13/09/50	593	-27°18'10"	-62°39'44"	4,3
26	El Bravo N° 2	(DNGM)	5,71	13/09/50	593	-27°18'10"	-62°39'44"	4,3
27	El Rodeo N° 1	(DNGM)	3,25	07/08/09	11,4	-27°45'50"	-64°31'08"	3,6
28	Bobadal N° 1	(DNGM)	6,45	17/04/02	16,9	-26°47'13"	-64°30'46"	4,4
29	Las Flores N° 1	(DNGM)	5,10	19/08/97	33	-28°12'01"	-64°57'33"	4,0
30	El Charco N° 3	(DNGM)	4,61	12/11/08	37	-27°10'19"	-64°42'32"	3,7
31	El Palomar N° 1	(DNGM)	3,63	16/12/09	33	-26°54'30"	-64°42'18"	3,4
32	Gdor Garmendia N°2	(DNGM)	3,59	22/09/85	92	-26°30'39"	-64°27'57"	4,6
33	Gramilla Vieja N° 1	(DNGM)	4,60	05/01/08	21,7	27°18'43"	-64°42'03"	3,7
34	Cañada Rica N° 1	(DNGM)	6,00	22/07/05	33	-27°48'02"	-64°47'59"	4,3
35	Km (1093) N° 1	(DNGM)	6,61	17/07/07	33	-28°31'00"	-65°06'00"	4,7
36	Pampa Sur N° 1	(DNGM)	2,62	31/10/26	62	-26°25'31"	-64°24'32"	4,2
37	Campo Gallo N° 1	(DNGM)	8,65	01/01/11	608	-26°38'16"	-63°01'08"	6,2
38	Taco Yiraj N° 1	(DNGM)	5,85	11/10/98	583	-27°19'44"	-63°20'55"	5,3
39	Alhuampa N° 3	(DNGM)	2,72	01/06/07	532	-27°00'10"	-62°39'37"	4,3
40	Lugones N° 1	(DNGM)	1,71	24/04/94	532	-28°57'09"	-62°39'37"	4,1
41	Temas N° 12	(DNGM)	5,61	05/08/00	37,6	-27°24'59"	-64°51'03"	5,2
42	Tacanas N° 1	(DNGM)	4,50	20/08/74	57	-27°13'44"	-64°48'57"	4,7

La recta (2) describe a los sismos que se hallan en la parte intermedia y la recta (3), a los sismos de la parte oriental de la zona de estudio. Además, este gráfico ha permitido construir el mapa de la figura 7 de curvas de igual magnitud aplicando la fórmula 2:

$$M = (gg \times tg\alpha) + b = \quad (2)$$

Donde:

M = Magnitud máxima que ocurre en la fractura

gg = grado geotérmico en °C/100m.

tg  $\alpha$  = tangente del ángulo.

b = distancia existente entre el origen y las rectas 1, 2 y 3 que equivale para la recta  $b_1 = 3,22$ ,

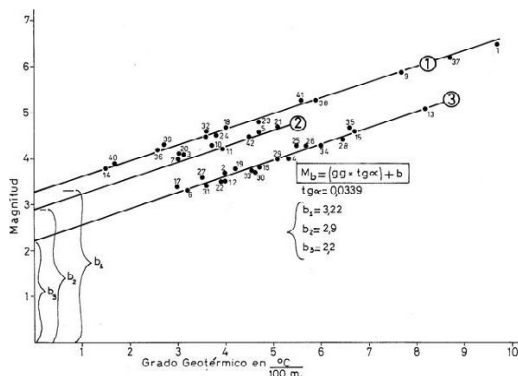
$b_2 = 2,9$  y

$b_3 = 2,2$  respectivamente.

En caso que se desee saber la magnitud máxima de una fractura que se encuentra ubicada en la parte occidental de la cuenca, se debe recurrir a un pozo cercano en donde se ha medido un grado geotérmico de 7,7 °C/100m, de tal manera que se aplica la fórmula 2 y se tiene:

$$M = (7,7 \times 0,339) + 3,22 = 5,83,$$

a este último valor se lo ubica en el mapa de la figura 7 y por la sucesión de los diferentes puntos calculados queda constituido el mapa en donde se distinguen cuatro zonas que están sujeta a sufrir sismos de magnitud mayor de 5 en la escala de Richter.



< Figura 6. Relación entre el grado geotérmico y la magnitud de los sismos.

## DISCUSIÓN

El estudio de las áreas sismogénicas del Centro Oeste de la provincia de Santiago del Estero que se encuentran ubicadas en la figura 7, permitió conocer el escenario en donde se producirán los futuros sismos y se pudo estimar el tamaño de los mismos, puesto que conociendo el grado geotérmico y aplicando la fórmula (2), automáticamente

de determina la magnitud que se puede originar en alguna de las cuatro zonas que están representadas en la figura 7. Además, no se debe olvidar que al intentar predecir la ocurrencia de un sismo, implica conocer los siguientes parámetros: predicción = lugar, magnitud y fecha del evento, y la dificultar de este sistema radica en que solamente falta determinar la fecha exacta del evento porque no es posible dar una respuesta certera puesto que se debe conocer de antemano el proceso que antecede al sismo mayor. Por tal motivo, en otra etapa más avanzada del estudio se deberá investigar las anomalías que se generan en el agua subterránea de un pozo profundo, al punto que se puedan insertar en el sondeo una serie de instrumentos que determinen la existencia de cambios anormales de la temperatura y por ende del grado geotérmico y de los niveles piezométricos del agua subterránea, como así también los incrementos o disminución del residuo seco, conductividad eléctrica y la presencia de gas radón. En ese sentido, Koizumi et al (1996), señala que “las fuentes termales asociadas a acuíferos confinados, son más sensibles a los cambios de presión” y Martínez Parra et al (2004) manifiesta que en los manantiales termales de Archena y Fortuna (España), encontró que se produjeron incrementos de cloruros y sulfatos, 8 y 20 días antes del terremoto mayor y Tsonugai y Wakita (1995), habían comprobado que antes y después del

terremoto de Kobe en Japón ( $M=7,2$ ), también se produjeron incrementos sustanciales en la temperatura, en cloruros, sulfatos y todo parece indicar que los cambios de temperatura de los acuíferos involucrados juegan un papel importante ya que tienen aparentemente la particularidad de predecir la existencia de un próximo sismo. En consecuencia, el objetivo de la presente investigación aplicada, radica en disminuir los daños que pudieran ocurrir si se genera un sismo de envergadura porque el mapa de la figura 7 servirá para elaborar normativas conducentes a prevenir cualquier contingencia, adoptando una serie de criterios para la construcción de edificios, puentes, presas, embalse, etc., así como también elegir los materiales más aptos y los mejores métodos constructivos con la finalidad de fijar normas que permitan proyectar, construir y reforzar las construcciones, de tal manera que se comporten adecuadamente con el propósito de mitigar sus efectos.

## CONCLUSIONES

Todas las perforaciones que se localizan muy cerca de los epicentros que se generaron en los alrededores de la sierra de Guasayán, han permitido ejecutar el mapa de la figura 7 y en él se distingue aquellas zonas del centro Oeste de la Provincia que están sometidas a un mayor grado de sismicidad, tal es el caso de las cuatro comarcas que se encuentran encerrados por una línea de igual magnitud en donde se pueden originar sismos de envergadura.

a) La localidad de San José N° 1, que está ubicada a la vera de la ruta nacional N° 64 se encuentra dentro de las áreas que están sujetas a sufrir sismos de magnitud 5,5 o 6,5 en la escala de Richter (ver figura 7), ya que en la perforación homónima se midió un grado geotérmico de  $9,73\text{ }^{\circ}\text{C}/100\text{m}$  y porque en esa localidad el INPRES determinó un sismo de magnitud de 6,5.

b) Así también en Doña Luisa, históricamente se midieron magnitudes comprendidas entre 4,2 y 5,6, tan es así que Beder (1928) manifiesta que en la localidad de Las Juntas (paraje aledaño a la montaña), se habría producido el terremoto del 4 de Julio de 1817, y todo parece indicar que la sierra de Guasayán aun no habrían encontrado su equilibrio isostático, razón por la cual los temblores persisten hasta nuestros días.

c) La otra ciudad en donde están involucradas aproximadamente 37.000 habitantes, es Termas de Río Hondo y se puede decir que el subsuelo está constituido por acuíferos termales surgentes que se encuentran ubicados en una gran fosa en hundimiento que está conectada a un conjunto de fracturas activas, en donde se distinguen las fallas Río Hondo, Guasayán y otras de menor tamaño.

Este conjunto de hendiduras son sin lugar a dudas, las responsables de la subsidencia lenta de la depresión tectónica y de la configuración linear del trazado del Río Dulce.

Además, en esta ciudad turística invernal, son numerosas las manifestaciones de agua termales que están estrechamente ligadas a factores estructurales, de tal manera que las anomalías térmicas se localizan en las zonas de contacto entre los diferentes ambientes morfoestructurales, como son: las sierras Pampeanas, cuenca Chacoparanaense y las sierras Subandinas que ponen en contacto capas de distintas densidades, espesores y constitución litológica, tan es así que los sistemas morfoestructurales conjuntamente con sus fracturas asociadas, parecen controlar las temperaturas como así también facies hidroquímicas del sistema multiacuífero, Martín (2000). Además, en sus alrededores hubo un sismo de una magnitud 5,2 y en la perforación Termas N° 12 se midió el grado geotérmico de  $5,61$  y todo esto ha permitido describir a esta área como expuesta a sismos de magnitud  $> 5$  en la escala de Richter, pero su grado de peligrosidad dependerá de la profundidad

en donde se genere el próximo sismo, ya que si ocurre a gran profundidad permanecerá desapercibido, en cambio si el mismo es superficial sus efectos pueden ser demoledores.

d) La otra zona que se encuentra al oeste y en el límite interprovincial entre Santiago del Estero y Tucumán es el corredor que nace al sur de Lavalle (ver figura 7) y culmina en el dique de Río Hondo, en donde se pueden manifestar sismos de una magnitud comprendida entre 4,5 y 5, pero no se descarta que pueda producirse otro de 5,5, debido a que existe dos fracturas que tienen un rumbo de SO – NE (ver figura 3, fracturas 1 y 2), y ambas delimitarían el borde oriental de la zona.

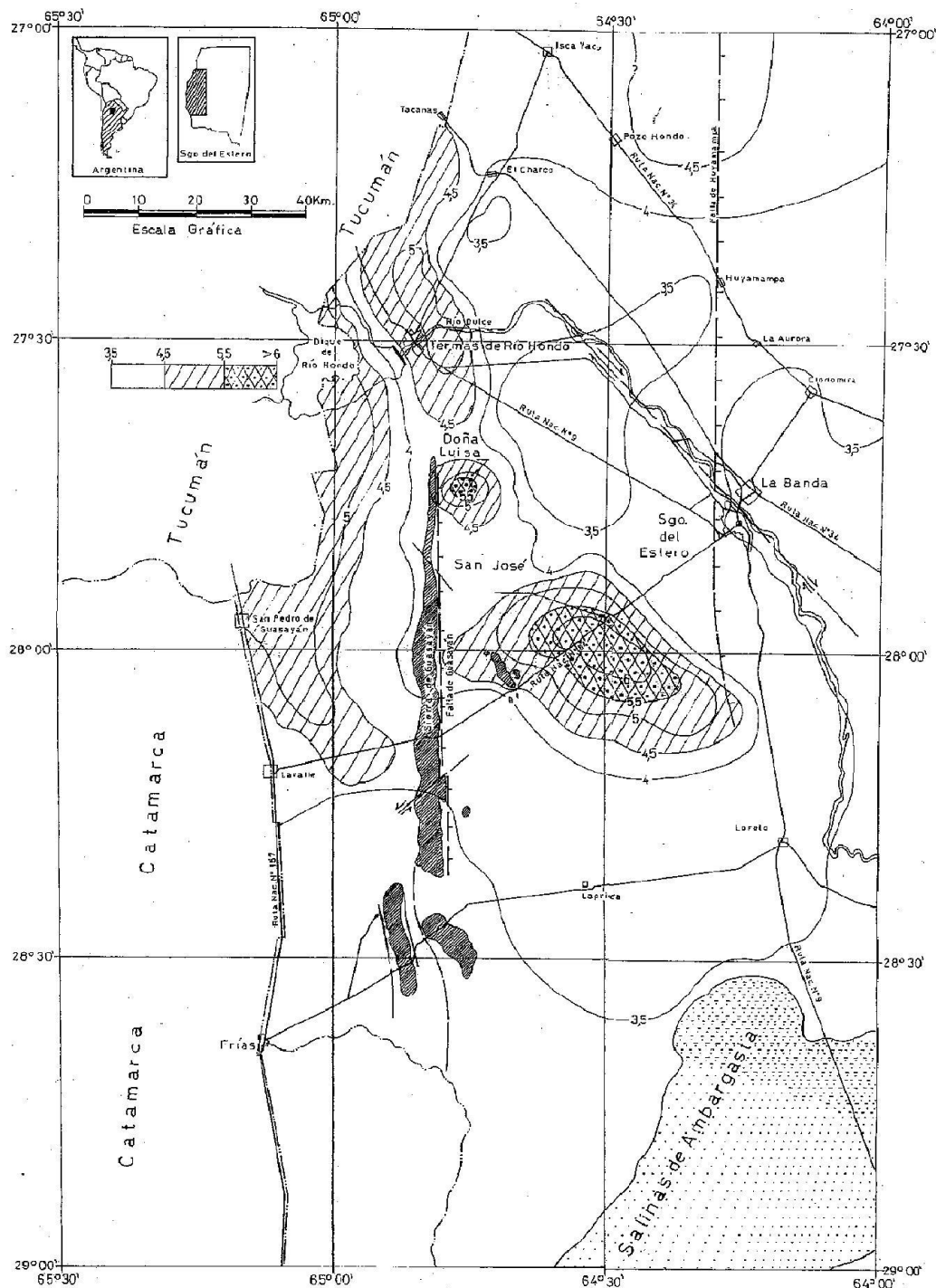


Figura 7. Mapa de riesgo sísmico, en donde quedaron identificadas cuatro áreas que se encuentran propensas a percibir sismos de magnitud mayor de 5 en la escala de Richter.

**REFERENCIAS**

- Baldis, B, J. Demicheli, J. Febrer; H. Fournier, E. García, J. Gasco, C. Mamaní & M, M. C Pomposiello. "Magnetoteluric results, along a 1.200 km. long deep profiles with an important geothermal area at its northwest end at the province of Tucumán and Santiago del Estero in Argentina". Acta Geodact. Geophysics et Mountanist. 18 (4). 489 – 499, 1983.
- Beder, R. (1928). "La sierra de Guasayán y sus alrededores". Dirección General de Minas, Geología e hidrogeología. Publicación N° 39. Buenos Aires.
- Corti, H. (1918). "Las aguas de Termas de Río Hondo, provincia de santiago del estero". Boletín N° 9, Serie D (Química Mineral y Aguas Minerales) Dirección General de Minas, Geología e Hidrogeología. Buenos Aires. Argentina.
- De Metz, C, R, Gordon, B. Aarhus & S. Stein. "Currents Plate Motions". Geophysics. J. Int., 101, 425- 478, 1990.
- Koizumi, I.G, Y., Kano, Y., Kitagawa, M., Takahashi, S., Nishimura & R.; Nishida, R: Journal of Physics of the earth N° 44, 4. 373 -380, 1996
- Martín, A. P."Hidrogeología de la Provincia de Santiago del Estero". Ediciones del Rectorado de la Universidad Nacional de Tucumán. Pág. 7. Tucumán. Argentina, 2000.
- Martín, A. P. & R., Palazzo "Procesos Tectónicos y su Relación con los Acuíferos Hidrotermales del Centro Oeste de la Provincia de Santiago del Estero" (Parte I). V Congreso Argentino de Hidrogeología. Paraná, Entre Ríos – Argentina, 2007.
- Martín, A. P y R., Palazzo "Procesos Hidrotermales y Simotectónicos Generados en la Zona de Elevada Surgencia del Centro Oeste de la Provincia de Santiago del Estero" (Parte II). V Congreso Argentino de Hidrogeología. Paraná, Entre Ríos – Argentina, 2007.
- Martínez Parra, M & J. J. Durán Balsero "Respuesta de los acuíferos en el área de Mula (Murcia, SE de España) a los movimientos sísmicos de 1999. Geogaceta, 36,131 – 134. España, 2004.
- Perfiles de Perforaciones de la Dirección Nacional de Geología y Minería del periodo 1907 a 1945.
- Perfiles de Perforaciones de Obras Sanitarias de la Nación (OSN) del periodo comprendido entre los años 1930 a 1960.
- Perfiles de Perforaciones de la Corporación del Río Dulce de Santiago del Estero (CRD) del periodo comprendido entre los años 1960 a 1970.
- Perucca, L., A., Pérez & C., Navarro "Fenómenos de licuefacción asociados a terrenos históricos. Su análisis en la evaluación del peligro sísmico en la Argentina". Revista de la Asociación Geológica Argentina. 61 n°4, pag. 15. Buenos Aires, 2006.
- Tsonugai, U & Wakita, H "Science" V. 265, pag. 61 -63. 1995
- Walton - Hantush."Analysis of Data from Pumping Tests in Leaky Aquifer" Trams. Am. Geophysical Union. Vol.37, N° 6, p: 706 a 714, 1956.

#### **4.10- RIESGO URBANO DE LA CIUDAD DE COMODORO RIVADAVIA (CHUBUT): CARTOGRAFÍA TEMÁTICA COMO INSTRUMENTO DEL PLANEAMIENTO.**

**MASSERA, Cristina Beatriz (1)**

**NAVARRO, Lía (2)**

(1) Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco - Facultad de Humanidades y Ciencias Sociales - Sede Comodoro Rivadavia - Chubut

Universidad Nacional de General Sarmiento - Instituto del Conurbano - Los Polvorines - Bs. As.  
cristinamassera@gmail.com

(2) Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco - Facultad de Humanidades y Ciencias Sociales - Sede Comodoro Rivadavia - Chubut

navarro.liag@gmail.com

#### **SINGULAR DESARROLLO URBANO Y EXPANSIÓN DE LA CIUDAD DE COMODORO RIVADAVIA**

La ciudad es un sistema complejo, dinámico, que modifica y ajusta permanentemente sus estructuras y funciones a las demandas y relaciones entre los individuos y entre estos y su entorno físico natural o construido. La alta complejidad que presenta, genera una nueva perspectiva para la gestión pública: el manejo del riesgo urbano. Esa complejidad se expresa por la simultaneidad de amenazas y vulnerabilidades que tienen relaciones recíprocas y complejas de causalidad y que son modificadas permanentemente por la dinámica de los procesos territoriales, sociales y económicos.

La ciudad de Comodoro Rivadavia es cabecera del Departamento Escalante, en la Provincia del Chubut, Argentina. Se encuentra ubicada a los 45° 43' 36" y 45° 59' 47" de latitud Sur y los 67° 20' 44" y 67° 46' 32" de longitud Oeste, en el semicírculo que forma el litoral del Golfo San Jorge. Su espacio urbano puede diferenciarse en dos áreas separadas por el Cerro Chenque: Zona Sur constituida por 26 barrios que albergan el 75,7% de la población total de la ciudad y la Zona Norte integrada por 24 barrios ubicados de manera dispersa, que en su mayoría han sido originariamente campamentos petroleros, localizados a lo largo de los cañadones que se forman entre las mesetas que bajan desde el oeste hacia el mar. La configuración espacial de Comodoro Rivadavia en cuanto a la ocupación del suelo estaría dentro de la clasificación de un área urbana a consolidar ya que presenta menos del 70% de las parcelas edificadas, parcelamiento discontinuo, falta de elementos de infraestructura o servicio público del área urbana consolidada, y equipamiento comunitario insuficiente. En relación a esto, se observa una tendencia en la ciudad a un modo de desarrollo disperso. Comodoro Rivadavia es un escenario de riesgo ya que confluyen los componentes de la amenaza de fenómenos naturales (erosión costera y tormentas costeras o marejadas, movimientos en masa, fuertes vientos); y la vulnerabilidad de su población para enfrentar el evento adverso. Además, existen antecedentes respecto a la materialización del riesgo, que desembocaron en situaciones de desastre para la población afectada y de desequilibrio en el desarrollo normal de las actividades de la comunidad.

#### **CARTOGRAFÍA TEMÁTICA Y RIESGO URBANO**

El avance del área urbanizada altera el entorno natural, modifica procesos naturales geomorfológicos e hidrometeorológicos y a su vez es impactado y moldeado por la dinámica natural. Procesos intensivos (ej. Remoción en masa, flujos) y/o penetrantes (ej. Erosión y tormentas

costeras) colocan las condiciones de este entorno construido en términos de los requerimientos de resistencia y funcionalidad.<sup>19</sup>

La peligrosidad queda manifiesta por fenómenos naturales recurrentes: remoción en masa, deslizamiento, flujos o coladas de barro, marejadas y tormentas costeras, e inundaciones (producidas por precipitaciones abundantes en corto tiempo).

La vulnerabilidad global surge como consecuencia de la interacción de factores y características (internas y externas) que convergen en una comunidad. En el área de estudio se analizan las dimensiones física, institucional, económica, técnica y social.<sup>20</sup>

Productos y resultados:

- 1) Mapa de Barrios según fecha de origen y estructura urbana.
- 2) Mapa de Riesgo (tipos y contextos más comunes o generalizados)
- 3) Mapa de Zonificación según Código de Desarrollo Urbano, ciudad de Comodoro Rivadavia.
- 4) Mapa de estructura urbana actual y Riesgo Urbano, para ser aplicado como instrumento de planeamiento.

### **INTERDEPENDENCIA DE LA CIUDAD CON SU ENTORNO POLÍTICO-ADMINISTRATIVO**

La interdependencia de la ciudad con su entorno territorial, político-administrativo y económico en todos los niveles (local, nacional, regional y global) imprime un carácter particular desde la óptica del riesgo: el capital expuesto (humano, tecnológico, económico, político) en la ciudad es alto y estratégico, es decir, que las posibles pérdidas derivadas de un desastre en la ciudad, tienen implicaciones importantes para la región patagónica, lo que impone criterios de prioridad y prevalencia de interés para el control de dichos riesgos.

Los instrumentos de Planeamiento urbano de la ciudad son la actual Ordenanza Municipal de usos de suelo y el Anteproyecto de Código de Ordenamiento Territorial que en este momento está en evaluación del Concejo Deliberante de Comodoro Rivadavia.

Como resultado se espera lograr una cartografía temática de la estructura urbana actual con la consideración del Riesgo Urbano ubicado espacialmente, para ser aplicado como propuesta de mejoramiento del Código de Ordenamiento Territorial.

---

<sup>19</sup> [www.eird.org](http://www.eird.org)

<sup>20</sup> Aplicación de la tecnología SIG para el análisis de las dimensiones territorial y temporal en zonas litorales costeras como herramienta de gestión de riesgo. El caso Caleta Córdova. (2009) Revista Huellas N° 13. Publicación del Instituto de Geografía - Facultad de Ciencias Humanas UNLPam. La Pampa. 2009 – ISSN 0329-0573.





## **SIMPOSIO 5 LAS NUEVAS TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN GEOGRÁFICA (TIC) Y LAS INFRAESTRUCTURAS DE DATOS ESPACIALES (IDE) ANTE LOS RIESGOS DE DESASTRES**

### **5.1 - APLICACIÓN DE UN SIG EN LA MODELIZACIÓN DE ESCENARIOS DE RIESGO SÍSMICO PARA SAN JUAN.**

***Amelia Scognamillo<sup>1</sup> & Mirta Romero<sup>2</sup>***

(1) Instituto Regional de Planeamiento y Hábitat - Facultad de Arquitectura, Urbanismo y Diseño - Universidad nacional de San Juan. - argame@gmail.com

(2) Instituto Regional de Planeamiento y Hábitat - Facultad de Arquitectura, Urbanismo y Diseño - Universidad nacional de San Juan. - mirta\_r06@yahoo.com.ar

#### **RESUMEN:**

El trabajo expone las estrategias desarrolladas por un equipo interdisciplinario de la Universidad Nacional de San Juan, Argentina, en el diseño e implementación de un Sistema de Información Geográfica, que constituyó una herramienta fundamental en el estudio en profundidad de la vulnerabilidad tanto física como socio-económica de sectores residenciales de la ciudad de San Juan, detectada como altamente vulnerables. Determinar criterios metodológicos para unificar la información en una única base de datos relacional y georreferenciada, que integrara la diversa información digital, tanto alfanumérica como gráfica, disponible en cada una de las instituciones vinculadas al proyecto constituyó el principal desafío para este trabajo. Asimismo se buscó explorar y explotar al máximo las posibilidades de las bases de datos para incorporar nuevos insumos (fotografías, videos, entrevistas, etc.) recabados en relevamientos realizados. El uso del SIG permitió la integración y gestión de los datos, así como la generación de la información necesaria para evaluar el daño físico de cada una de las edificaciones y la vulnerabilidad de los barrios como entidades urbanas.

#### **1 INTRODUCCION**

San Juan es una provincia de la República Argentina que se caracteriza por ser una de las regiones de mayor peligrosidad sísmica del país. Su superficie se desarrolla en zonas definidas, según la clasificación del INPRES, como 3 y 4 (en una escala de peligrosidad sísmica creciente que va de 0 a 4). La ciudad de San Juan ha sido afectada en varias ocasiones por sismos de gran fuerza destructora, que causaron una considerable cantidad de muertos y heridos así como graves daños en construcciones y redes de infraestructura y/o servicios.

Dentro de este contexto, el IRPHa (Instituto Regional de Planeamiento y Hábitat) ha desarrollado un gran número de investigaciones orientadas a definir medidas que ayuden a controlar y reducir el

riesgo al que se encuentra sometida la ciudad, como así también ha diseñado planes de emergencia.

Llevar a cabo esta tarea supone generar los posibles escenarios de riesgo a los que podría estar sometida la ciudad. Los Sistemas de Información Geográfica constituyen una avanzada herramienta de ayuda en la toma de decisiones, que debe emplearse en este tipo de estudios, especialmente en la creación de escenarios de riesgo en zonas urbanas, en las cuales se hace imprescindible la integración de una gran cantidad de información espacial y temática.

Si bien los SIG permiten relacionar datos gráficos (cartografía) con otros alfanuméricos (demográficos, estadísticos, etc.) transformándose en una herramienta imprescindible que posibilita suponer diversos escenarios y obtener de manera inmediata sus consecuencias; muchas veces los resultados obtenidos del uso del software (SIG) no cumplen las expectativas de quienes los manipulan. Esto se debe principalmente a la calidad de la información que se ingresa, la manera en que se integran los datos y en algunos casos la falta de los mismos.

Evitar errores en la modelización de escenarios supone contar con una confiable base de datos relacional y georreferenciada que dependerá de los diferentes tipos de datos almacenados en diversas estructuras y el modo en que estos se vinculan. Por consiguiente el diseño de la Base de Datos para un SIG se considera esencial y por lo tanto su correcta arquitectura es la clave para obtener resultados confiables que modelen la realidad deseada.

## 2 DESARROLLO

### 2.1 Base de datos Relacional y Georreferenciada

Una base de datos relacional es básicamente un conjunto de tablas, con sus respectivas filas (registros que representan cada uno de los objetos descritos en la tabla) y columnas (campos que representan los atributos de los objetos). Además las tablas comparten algún campo común entre ellas que sirven para establecer relaciones entre las tablas, permitiendo futuras consultas.

Los SIG vinculan información de dos vertientes diferentes pero relacionadas entre sí. Por un lado está la información espacial que contiene la información cartográfica, geográficamente referenciada a un territorio determinado, y por otro la alfanumérica (base de datos).

Una de las utilidades de los sistemas de información geográfica reside en la capacidad que poseen éstos de construir modelos o representaciones del mundo real, a partir de las bases de datos digitales. Es por ello que contar con una base de datos confiable constituye la base fundamental para el desarrollo y aplicación de modelos de simulación.

El diseño de una base de datos es un proceso complejo que abarca decisiones a muy distintos niveles. La complejidad de la arquitectura de una base de datos (BD) se descompone en tres niveles o fases y se resuelven cada uno de estos independientemente.

#### 2.1.1 Primera fase

La primera fase del desarrollo de la BD es la construcción de un modelo de acuerdo con los requisitos necesarios, independiente del software con que la misma se vaya a manipular. En el trabajo que aquí se presenta se identifican las siguientes variables y responden a las descritas en la

formulación del proyecto “Evaluación de la Vulnerabilidad Sísmica Urbana para su prevención y mitigación. Caso de estudio: Ciudad de San Juan, Argentina” dirigido por la Mgter. Arq. M. Romero Se considerarán las siguientes variables: a) Amenaza y b) vulnerabilidad. Ambas son variables complejas, constituidas a su vez por una serie de sub-variables e indicadores.

a) amenaza: intervienen en su definición los siguientes parámetros:

- Aceleración máxima del terreno. (PGA)
- Área de Suelos Blandos
- Área con posibilidad de licuefacción

b) vulnerabilidad: abarca las dimensiones físico espacial y socio económica.

b.1) dimensión físico espacial.

- Tipo de mecanismo resistente:
- Destino de la edificación
- Altura de la edificación
- Criterios de diseño sísmico.
- Espectros de Diseño.

b.2) dimensión socio económica.

b.2.1) características de la población:

- Demográficas
- Situación Educativa
- Cobertura de salud
- Condición de Actividad Económica

b.2.2) características de las viviendas

- Calidad de los materiales de construcción
- Tipo de vivienda
- Servicios de Infraestructura

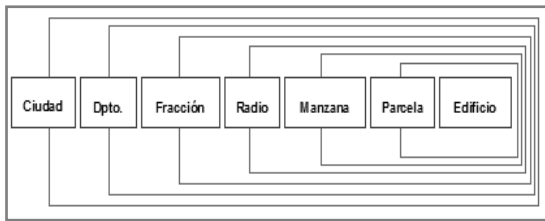
b.2.3) características de los hogares:

- Hacinamiento
- Condiciones sanitarias

### 2.2.2 Segunda fase

La segunda fase es el proceso de construir un esquema de la información basándose en un modelo de base de datos específico. Se determinan las relaciones entre las variables y entre las tablas que integran la BD. Cada una de estas variables queda además definida por sus atributos (texto, número, fecha, etc.) y extensión dentro de la BD. Además se determinan también los vínculos y/o relaciones entre las tablas y entre los datos gráficos y alfanuméricos, y por último se determinan las claves que dan lugar a la relaciones.

Particularmente en el trabajo que se expone, se utilizó una base de datos relacional. A los efectos de poder evaluar la vulnerabilidad sísmica, una vez definidos cada uno de los aspectos indicados en el párrafo anterior, se construyó un modelo que incluyó elementos a distinta escala, como se muestra en la figura 1



< Figura 1: Diferentes escalas de abordaje de la problemática

Las coberturas de polígonos y las tablas de datos con las que se contaba al momento de iniciar el trabajo de investigación no se encontraban relacionadas, era un conjunto de tablas independientes y en muchos casos hasta incompletas. Esta falta de vinculación respondía a

que los datos en su mayoría provenían de diversos orígenes, y además a una falta de claridad en la elección de una clave primaria en las tablas, que muchas veces no se correspondía con la información gráfica.

La información básica disponible provino de diversas instituciones:

- del SICaT (Sistema de Información del Catastro Territorial) de la ciudad de San Juan.
- de la Dirección de Planeamiento y Desarrollo Urbano (DPDU).
- del Instituto Nacional de Prevención Sísmica (INPRES).
- de trabajos previos del Instituto Regional de Planeamiento y Hábitat (IRPHa)
- del Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INDEC)

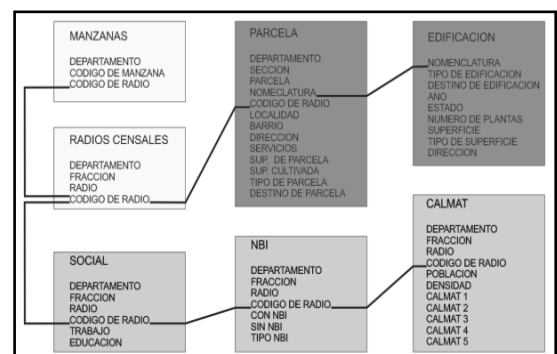
Es importante señalar que el SICaT, fue creado en el año 1996 con una finalidad inmobiliaria y se actualiza permanentemente. En esa oportunidad se realizó un vuelo fotogramétrico en la provincia de San Juan, cubriendo todo el valle de Tulum, Ullum y Zonda, así como las principales zonas urbanas periféricas. Apoyado en una importantísima red geodésica medida y marcada como apoyo fotogramétrico pre - vuelo, se restituyó en formato digital el entramado vial urbano y rural, el parcelamiento y el uso del suelo (mejoras).

Tanto la cartografía como las bases de datos suministradas por los diversos organismos, mostraron un importante grado de desactualización y gran cantidad de errores, como así también datos faltantes, necesarios para la determinación de la vulnerabilidad sísmica a partir de la generación de posibles escenarios.

Para unificar el criterio de orden y facilitar el procesamiento de los datos se optó por elegir dos claves primarias en función de los datos con los que se contaba, ya fueran gráficos (coberturas) o analíticos (tablas). Las claves seleccionadas para establecer las vinculaciones entre las diferentes tablas fueron la “nomenclatura catastral” y el “radio censal”. El primer código está en función del departamento, la fracción y la parcela, subdivisiones todas estas determinadas por el DGyC; por otro lado el Radio Censal es establecido por el INDEC y agrupa una gran cantidad de manzanas.

La figura 2 muestra el árbol de relaciones entre las diversas variables y su vinculación mediante las claves principales.

Figura 2 > Estructura relacional de la base de datos.



### 2.2.3 Tercera fase

La tercera y última fase es la implementación del modelo conceptual y lógico en un software determinado. En este caso se utilizó Microsoft Access

para gestionar la base de datos física y social y Arcmap para los datos cartográficos y unificación de la información.

A) De la dimensión física:

Las tablas originales del SICaT presentaban una serie de datos faltantes que debieron ser completados. Además de no contener en todos los casos el número de nomenclatura catastral, no tenía referenciados entre sus campos el de las manzanas. No obstante, dada la tipología de la ciudad de San Juan, de construcción en damero, éste fue un dato que se consideró importante construir para reagrupar datos. Para ello se recurrió a la base de datos del Atlas Socioeconómico de la ciudad de San Juan (Universidad Nacional de San Juan, 2009) realizándose la integración mediante el uso del software Paralelamente se procedió a filtrar aquellos datos que no tenían incidencia en la estimación del riesgo sísmico.

Es importante señalar además que durante el desarrollo del trabajo se debieron salvar algunas consideraciones en la etapa de graficación de mapas temáticos basados en GIS. Si bien las tablas con los datos fueron vinculadas de manera que cada edificación tuviese sus atributos y a su vez cada parcela pudiese tener múltiples edificaciones, al momento de graficar las características de cada polígono (edificación) resulta dificultosa la visualización en las escalas de impresión. Por ello se decidió asignarle a la parcela las características de la edificación de mayor superficie. De esta manera, los datos de las edificaciones quedan graficados a escala de parcelas, permitiendo una mejor y clara lectura.

Las figuras 8 y 9 muestran cómo originalmente se representaban las edificaciones con su respectiva vulnerabilidad y a continuación cómo se resuelve asignarle a la parcela el dato de la edificación.

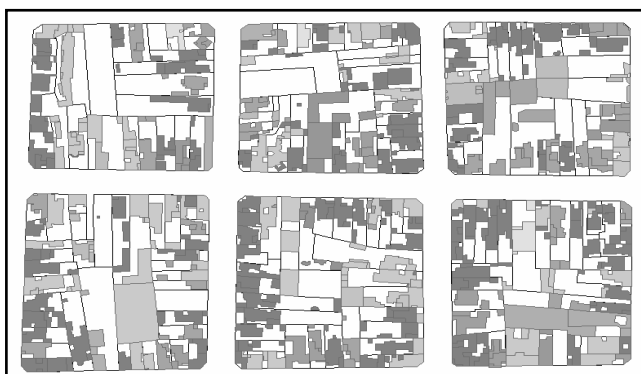


Figura 8: vulnerabilidad asignada a la edificación.

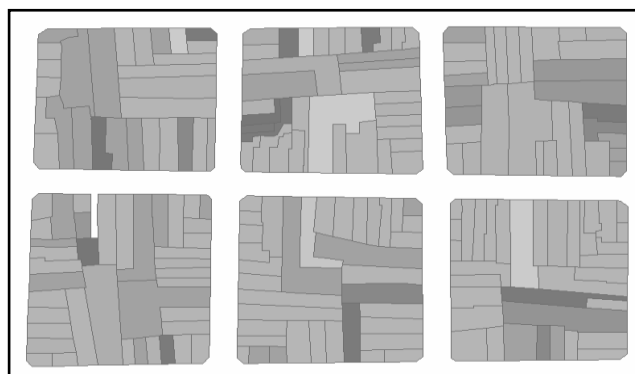


Figura 9: vulnerabilidad asignada a la parcela.

Por otro lado también se observó la existencia de grandes parcelas con construcciones pequeñas precarias. En este caso al asignarle a la parcela las características de la edificación se pueden generar grandes áreas con características de vulnerabilidad sísmica que no son reales.

Para ello se procedo consistió a graficar en estas parcelas de gran tamaño sólo las características de la edificación cuando esta última supere el 25% de la superficie de la parcela. Cuando la superficie no supere este porcentaje establecido se mantiene la caracterización solo en la edificación. (ver figura 108 y 11).

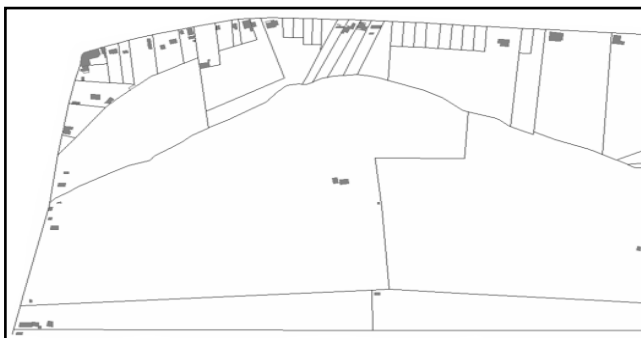


Figura 10: grandes parcelas con pequeñas construcciones.

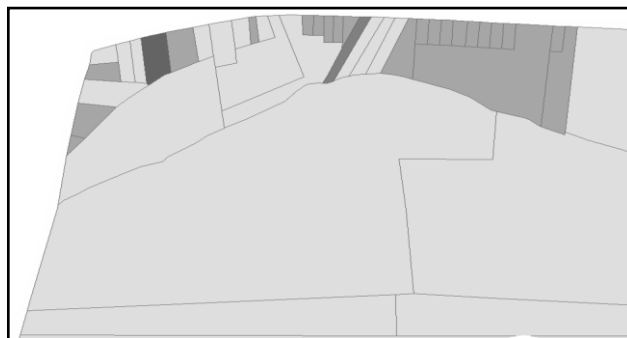


Figura 11: asignación de las características de la edificación a la parcela.

Finalmente en esta instancia la información gráfica (shape) debió ser corregida y actualizada como muestran las figuras 3 y 4.

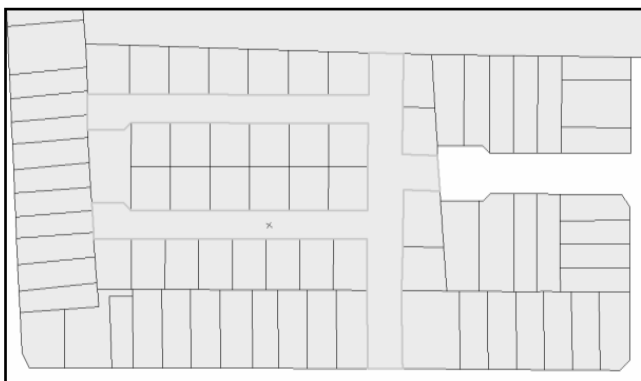


Figura 3: calle existente originalmente considerada como una parcela.

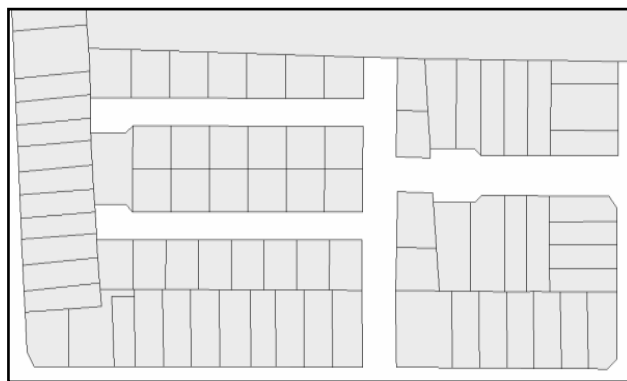


Figura 4: ejemplo de corrección en cartografía.

#### B) De la dimensión socio económica:

Incorporadas y vinculadas las diversas tablas dentro de la BD, se procedió como primer medida al recorte de los datos incluidos en el área definida como "Gran San Juan".

El concepto de Gran San Juan fue establecido por el INDEC en oportunidad de realizarse el Censo de 1980 cuando se censaron poblaciones urbanas y rurales en todo el país. Sus límites se conformaron por la agregación de unidades territoriales hasta donde las diferentes zonas adquieren la densidad inferior de 1 vivienda por Ha, que no incluyan explotaciones agrícolas, que presenten trazado regular de manzanas y calles. Esta delimitación incluye unidades territoriales con parcelamientos de más de 5.000m<sup>2</sup>. Está conformado por el departamento Capital y sectores urbanos de los departamentos Rivadavia, Chimbas, Santa Lucía, Rawson y Pocito, contiene una población total de 421.640 habitantes según cifras del censo 2.001.

Las figuras 5, 6 y 7 muestran cómo se divide la provincia por departamentos, luego a nivel fracciones y finalmente a nivel de radios censales.

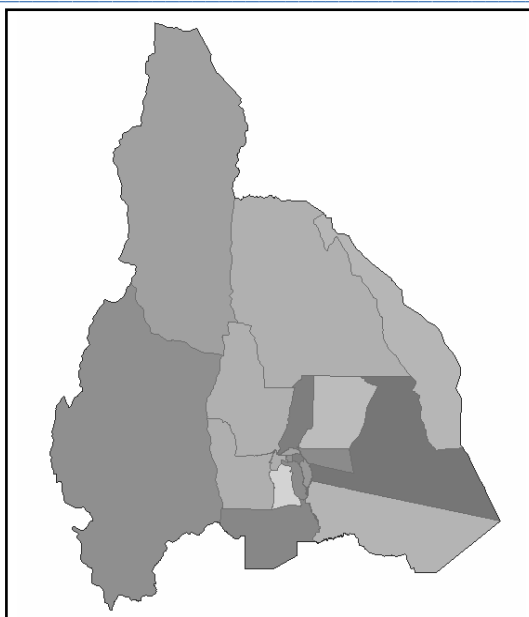


Figura 5: división de la provincia por departamentos

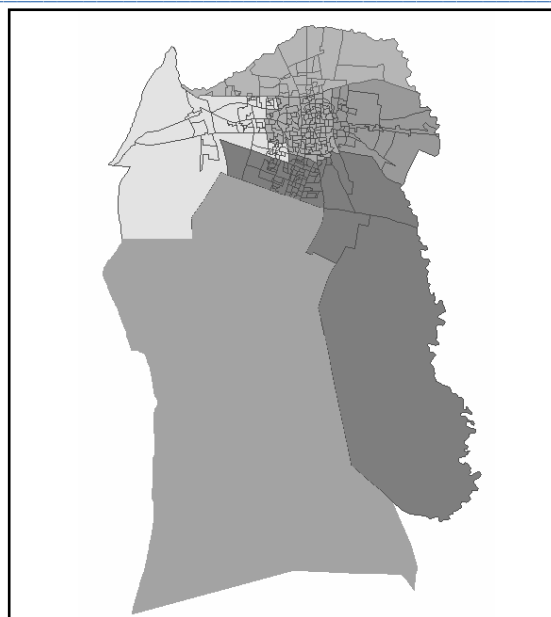


Figura 6: división de los departamentos a nivel de fracciones.



< Figura 7: división del área del Gran San Juan a nivel de radios censales.

De las tablas que contenían los datos socioeconómicos se procedió a filtrar la información de las variables que se relacionaban directamente con el cálculo de las Necesidades Básicas Insatisfechas (NBI) y la Calidad de los Materiales (CALMAT). La primera identifica los hogares que presentan al menos una de las siguientes condiciones de privación: hacinamiento, tipo de vivienda, condiciones sanitarias, asistencia escolar y capacidad de subsistencia. La segunda, identifica la calidad de materiales de la vivienda que habita un determinado hogar, interviniendo en la construcción del índice las siguientes variables: material predominante de los pisos, material predominante de las paredes externas y material predominante de la cubierta exterior del techo.

Además a diferencia de las características físicas de las edificaciones que se representan a nivel de parcelas, los datos socioeconómicos con los que se trabajó, extraídos de las tablas proporcionadas por el INDEC, se agrupan a escala de radios censales ya que los censos son anónimos y los datos no pueden ser relacionados con una parcela en particular.

Por ello determinar áreas homogéneas de características de vulnerabilidad sísmica supone una integración de datos en diversas escalas. Para salvar esta diferencia se procede a vincular las características del radio censal a la parcela, con el objeto de unificar criterios de graficación.

## 2.2 Algunas consideraciones.

La información contenida en la Base de datos Geográfica se encontraba georreferenciada al Sistema Nacional en coordenadas Gauss-Kruger, referidas al punto Datum Campo Inchauspe 69. Actualmente se utiliza en la República Argentina la red POSGAR (Posicionamiento Global Argentino)

medida en el sistema WGS84. Por lo que la información digital gráfica, fue convertida y vinculada nuevamente a las tablas.

### 3 RESULTADOS

Se diseñó y construyó un Sistema de Información Geográfica, que sintetizó, organizó y actualizó bases de datos dispersas en distintas instituciones tanto de la administración pública como académicas y que será una herramienta valiosa tanto para los organismos del Gobierno de la Provincia de San Juan, vinculados con la temática (Dirección de Planeamiento y Desarrollo Urbano, Dirección de Geodesia y Catastro), a los que ha sido transferido, como para otros grupos de investigación que trabajan sobre la temática del Riesgo Sísmico y la Planificación Urbana.

Por otra parte el diseño de la BD permite actualizar periódicamente y de manera sencilla los datos tanto edilicios como socio - económicos (en este último aspecto a partir de la información del Censo 2010 que a corto plazo estará disponible).

### 4 CONCLUSIONES

En la realización de este tipo de estudios, los SIG, al permitir relacionar datos gráficos (cartografía) con otros datos o atributos alfanuméricos (demográficos, geológicos, características de la edificación, etc.) que pueden ser permanentemente actualizados, se transforman en una herramienta imprescindible. Permiten suponer un escenario y obtener de manera inmediata sus consecuencias. Se pueden crear escenarios antes y después del evento, conociendo los valores, o intervalos de valores, entre los cuales se mueven las variables.

Facilitan asimismo el manejo de volúmenes considerables de información, generando su interrelación en condiciones controladas, lo que hace posible la rápida evaluación de distintas situaciones (por ejemplo al considerar diferentes intensidades del movimiento y características de respuesta del suelo). Esta rapidez y flexibilidad aparecen como la mayor ventaja de la utilización del sistema.

Se comprende además la importancia de contar con uniformidad de criterios de codificación de los datos entre las diversas reparticiones, con el objeto de permitir el entrecruzamiento de los mismos y aprovechar al máximo estos recursos, no sólo en la estimación del riesgo sísmico sino también en aspectos sociodemográficos. Por ello es de considerable importancia involucrar a los organismos públicos y privados en la problemática.

Bajo esta premisa, se están realizando convenios entre los que intervienen la Universidad Nacional de San Juan, a través del IRPHa por una parte y la Secretaría de Política Económica (SPE), la Dirección de Planeamiento y Desarrollo Urbano (DPDU), la Dirección de Geodesia y Catastro (DGyC), la Secretaría de Ciencia y Técnica (SECyT) y el Instituto de Investigaciones Económicas y Estadísticas (IIEE), todos organismos de la provincia de San Juan, por la otra.

### 5 BIBLIOGRAFIA

- Andrew Maskrey (1998) "Navegando Entre Brumas -La aplicación de los Sistemas de Información Geográfica al Análisis del Riesgo en América Latina". ITDG/La Red , Colombia ISBN 9972-47-017-2.
- Conesa, Alvarez y Martínez (2004) "Medio Ambiente, Recursos y Riesgos Naturales - Análisis mediante tecnología SIG y teledetección". Vol. II. Universidad de Murcia, España ISBN 84-8371-488



- Fray León Rivera. (2008) “Bases de Datos Relacionales -Teoría y Práctica” Instituto Tecnológico Metropolitano, Colombia ISBN 978-958-8351-42-1
- Juan Peña Llopis (2006) “Sistemas de Información Geográfica Aplicados a la Gestión del Territorio” Club Universitario., España ISBN 84-8454-493-1
- Ordaz, M. et al, (1994). Bases de Datos para la Estimación del Riesgo Sísmico en la ciudad de México, Cuadernos de Investigación, 1. CENAPRED, México, D. F.
- Romero M., Zaragoza A. y Martín G. (2002). Utilización de los G.I.S. en la creación de escenarios que permitan el manejo de la emergencia sísmica urbana. Memorias del XI Congreso Internacional. Valdivia, Chile.
- Romero M., Zaragoza A. y Martín G. (2004). Metodología de estimación de daños a la edificación producidos por terremotos, mediante el empleo de los SIG. Revista PROAMBIENTE del Programa de Estudios Ambientales de la U.N.S.J. Volumen 3 – Págs. 1 a 10. San Juan, Argentina.
- Romero M., Zaragoza A., Martín G. (2005) “El uso de Modelos digitales en la Planificación Urbana”. Ciudad y Territorio Virtual. Revista del Laboratorio de Estudios Urbanos de la Universidad de Bio ISBN 956-7813-38-8.
- Romero M.; Zaragoza A. y Martín G. (2002) “Generación de escenarios para la evaluación del riesgo sísmico urbano”. Planificación Física –Cuba Revista de Ordenamiento Territorial y Urbano”. Número 10/2006. ISSN 0138-6239
- Romero M, Pringles A., Martinet M., Martín G. (2007) “Planificación Estratégica del Dpto. Zonda. Utilización de herramientas tales como modelos de Simulación Digital y Escenario Virtuales” Congreso Argentino-Chileno. Área Ordenamiento Territorial y Patrimonio Urbanístico.

## 5.2- LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA EN LA EVALUACIÓN DEL RIESGO AMBIENTAL EN EL EJIDO DE VILLA PEHUENIA.

***Elsie Jurio, Celia Torrens, Anahí Membribe & German Perez***

Docentes e investigadores del Centro de Estudios Ambientales y SIG (CEASIG), Departamento de Geografía, Univ. Nac. del Comahue. Neuquén, Argentina. ejurio@gmail.com; cvtorrens@gmail.com; amembribe@gmail.com; germanp80@gmail.com

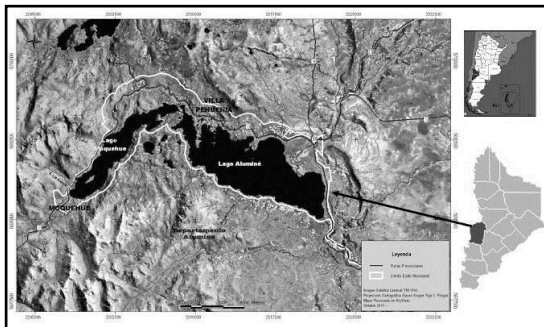
### RESUMEN

La implementación de políticas por parte del Estado provincial destinadas al desarrollo turístico generó la diversificación de las actividades económicas tradicionales en el ejido de Villa Pehuena, Provincia del Neuquén, Patagonia Argentina. Esto ha otorgado un importante dinamismo a la zona que derivó en la consolidación de los asentamientos, la consecuente expansión urbana y una revalorización de los recursos naturales en un marco de pluralidad socio-cultural. Sin embargo la falta de planificación en este crecimiento se manifiesta en la insuficiente dotación de servicios, en la generación de situaciones de riesgo y en la degradación ambiental. El presente trabajo analiza las problemáticas relacionadas al riesgo mediante la utilización de tecnologías SIG y la elaboración de metodologías ad-hoc que permitan evaluar los riesgos ambientales. Así se analizaron los procesos naturales actuales y potenciales que definen las amenazas y se determinaron las características sociodemográficas y de infraestructura existentes relacionadas al riesgo y la vulnerabilidad de la población involucrada. Como resultado del trabajo se obtiene un mapa de riesgo el cual resulta un soporte fundamental para la toma de decisiones debido a que permite regionalizar el

comportamiento de las variables y determinar las áreas prioritarias hacia las cuales dirigir las acciones de intervención.

## 1. INTRODUCCIÓN

El área de estudio se corresponde con el ejido de Villa Pehuenia localizado en el departamento Aluminé de la provincia del Neuquén, Patagonia Argentina (Fig. 1). En este área de alto potencial turístico en progresivo crecimiento, las políticas implementadas por parte del Estado provincial han estado destinadas al desarrollo de esta actividad y a incentivar la instalación de población en los dos pueblos rurales de mayor importancia, Villa Pehuenia y Moquehue.



< Figura 1: Localización del ejido de Villa Pehuenia.

Esto ha otorgado un importante dinamismo a la zona que derivó en la consolidación de los asentamientos, la consecuente expansión urbana y una revalorización de los recursos naturales en un marco de pluralidad socio-cultural.

En Villa Pehuenia vive una población escasa y dispersa de 1.143 personas (según la proyección realizada por la Dirección General de Estadísticas y Censos de la provincia del Neuquén en octubre del 2005). Esta cantidad de habitantes es resultado de un marcado crecimiento poblacional que se manifiesta en los dos últimos períodos intercensales, el cual alcanza 121,2% en el período 1991-2001 y 96,4% para el período 2001-2010, con un alto porcentaje de población rural dispersa (superior al 50%) muchos de los cuales pertenecen a comunidades de pueblos originarios.

La dinámica poblacional y el mercado laboral de Villa Pehuenia y Moquehue han adquirido un incipiente dinamismo demográfico que indica no sólo un proceso de redistribución interna de la población rural (aglomerada y dispersa), sino también la atracción de población nueva procedente de otros lugares de la provincia y/o del país (Steimbregger, & Torrens, 2010). Este crecimiento ha sido resultado de la diversificación de las actividades económicas tradicionales con fuerte orientación hacia el turismo invernal y estival. El período de mayor dinamismo en cuanto a la inmigración se produce en los últimos 10 años, situación que está vinculada a la promoción turística de la región. Entre las razones principales se mencionan la posibilidad de trabajo y la valoración paisajística y de tranquilidad/seguridad que ofrece el lugar.

Sin embargo la falta de planificación en este crecimiento se manifiesta en la insuficiente dotación de servicios, en la generación de situaciones de riesgo y en la degradación ambiental. En base a ello se plantean como propósitos del presente trabajo analizar y entender los procesos naturales actuales y potenciales que definen la susceptibilidad del paisaje ante la intervención humana y la presión de la actividad turística; determinar las características sociodemográficas y de infraestructura existentes relacionadas al riesgo y la vulnerabilidad de la población involucrada a partir de la aplicación de tecnología SIG como herramienta para el análisis.

En la estimación del riesgo es necesario tener en cuenta las amenazas de origen natural derivadas de las características y dinámica del medio, el daño físico esperado, las víctimas o pérdidas

económicas equivalentes, además de factores sociales, organizacionales e institucionales, relacionados con el desarrollo de las comunidades.

## 2. ASPECTOS TEÓRICO-METODOLÓGICOS

La concepción de riesgo involucra como principales componentes la amenaza y la vulnerabilidad. Toda situación de riesgo ambiental representa un potencial destructivo que amenaza a la sociedad involucrada y que al materializarse se traduce en un desastre. El mismo se expresa en magnitudes muy diversas desde leves, ocasionando solo inconvenientes a la población, hasta muy graves con pérdidas de vida, daños en la infraestructura e inestabilidad económica. Así como lo enuncia Lavell (1996) un desastre es el fin de un proceso de construcción de condiciones de riesgo en la sociedad. En este sentido el riesgo es producto del accionar de una sociedad que no reconoce y no respeta las leyes de la naturaleza. Esto se potencia, a su vez, por la inexistencia o la no consideración de pautas de planificación y ordenamiento del territorio que definan las áreas más apropiadas para cada uso.

La visión dinámica y compleja del riesgo ha sido abordada por Lavell (1996, 2003), quien desde la Teoría Social de los Desastres, plantea la ausencia de una visión integradora ante la ocurrencia de eventos de orden natural, socio-natural, antrópico-tecnológico y antrópico-contaminantes. “Para que exista un riesgo debe haber tanto una amenaza (elementos detonadores de orden natural, socio-natural, antrópico y/o tecnológico) como una población vulnerable a sus impactos” (Lavell, 1996). El riesgo es “una condición latente o potencial y su nivel o grado depende de la intensidad probable de la amenaza y de los niveles de vulnerabilidad existentes” (Herzer, 1996). En el caso de este trabajo el riesgo es entendido desde su doble dimensionalidad: se parte de la concepción de que el riesgo se construye socialmente a través de un proceso dinámico, en el que tanto factores naturales como fundamentalmente sociales, son partes inherentes al mismo y no pueden entenderse en forma independiente (Jurio & otros, 2011).

Desde el punto de vista metodológico, las amenazas fueron evaluadas a partir de los sistemas naturales que conforman el área. En una primera etapa, y a fin de definir y representar los mismos, se analizaron y cartografiaron las siguientes variables: clima, geología, geomorfología, pendientes, suelos y vegetación considerando un área mayor a la del ejido a fin de contemplar la cuenca en su totalidad (Jurio & Capua; 2011). Las características morfodinámicas de cada sistema, su estado de equilibrio y alteración permitieron definir las amenazas. La falta de información analítica de detalle y de cartografía digital dificultó el estudio pormenorizado de algunas variables por lo que, en esta etapa resultó fundamental el reconocimiento de campo a fin de evaluar la dinámica natural y la susceptibilidad del medio. Sobre la base del mapa de Sistemas Naturales se confecciona el mapa de Amenazas considerando los procesos de erosión hídrica y eólica, movimientos gravitacionales, amenazas de inundación y peligrosidad sísmica y volcánica. Cada una de las amenazas ha sido evaluada y ponderada en cuatro rangos (nulo, bajo, moderado y alto) de acuerdo al grado de afectación que pueda presentar teniendo en cuenta las diferencias en la manifestación, duración, recurrencia y magnitud, entre otras. La ponderación de cada categoría varía para cada amenaza, correspondiendo valores más altos para los procesos de remoción en masa y erosión hídrica por ser considerados los de mayor impacto para la sociedad involucrada. Se le otorgó un puntaje diferente a cada proceso por unidad cartografiada a excepción de la peligrosidad sísmica y volcánica que fueron evaluadas en forma general para toda la región en base a información existente. Finalmente los mapas resultantes se combinaron para obtener un mapa síntesis donde las amenazas resultaron jerarquizadas en tres clases: alta, moderada y baja.

Respecto a la vulnerabilidad, se identificaron y seleccionaron las variables socioeconómicas que resultan más pertinentes a la temática abordada a efectos de valorizar, cualitativa y cuantitativamente, la situación del área. En función de la disponibilidad de datos se trabajó a nivel de radio censal en base al Censo Nacional de Población y Viviendas 2001, información que se complementó con encuestas realizadas en el área.

A los efectos del diagnóstico se han aplicado índices que combinan indicadores cuantitativos que dan cuenta de aspectos que hacen a la identificación de la vulnerabilidad de la población frente a las amenazas en relación a la distribución geográfica de la misma. Los datos recopilados se refieren a tres dimensiones, en lo que hace a aspectos demográficos de la población, identificación de capacidades económicas y aspectos vinculados a condiciones de vida tales como la vivienda, su localización y el acceso a servicios.

Siguiendo la propuesta de Katzman (2000) se consideran los siguientes componentes:

- **Capital Físico:** se incorporan aquellos indicadores referidos a medios de vida y de producción. Se tomaron indicadores relacionados con la tenencia de la propiedad, el hacinamiento por hogar, así como con la calidad de la vivienda y la provisión de agua como servicio básico.
- **Capital Humano:** se define a nivel individual como aquellos conocimientos, destrezas, aptitudes y energía física que mejoran las probabilidades de un mayor y más estable bienestar futuro. Es decir acceso a la salud, nivel educativo y calificaciones o habilidades. En función de los datos disponibles, se tuvieron en cuenta los indicadores: analfabetismo, menores sin asistencia escolar (tanto los que asistieron y ahora no asisten, así como los que nunca lo hicieron) y jefes con nivel primario incompleto.
- **Capital Social:** se instala en las relaciones sociales. Tiene en cuenta la capacidad de una persona de movilizar la voluntad de otras en su beneficio sin recurrir a la fuerza o a la amenaza de la fuerza. Se consideran indicadores vinculados al desempleo, trabajo informal y calificación del empleo.

Para cada uno de estos componentes se aplicó un índice (Prieto, 2008) cuyos resultados se combinan a efectos de volver comparativos los datos de tan diversa índole para obtener el índice final de vulnerabilidad. Los resultados son valores que oscilan entre 0 (áreas menos vulnerables) y 100 (áreas más vulnerables). Cabe aclarar que los resultados obtenidos en esta instancia carecen de la precisión requerida en función de las características del área, dado que los datos a nivel de radio censal abarcan sectores donde la distribución de la población no es necesariamente homogénea. A esto debe sumarse que los radios censales exceden el área de estudio. Por este motivo, resulta fundamental la aplicación de algún procedimiento de desagregación de los resultados a partir de una ponderación que permita discriminar espacialmente la vulnerabilidad de la población.

Existen diferencias importantes en relación a la densidad de ocupación entre los dos núcleos residenciales de mayor tamaño -Villa Pehuenia y Moquehue- y los asentamientos no permanentes de población. Los primeros son los que concentran el mayor número de población de residencia permanente y es la población registrada por las estadísticas oficiales. Mientras que los otros se definen por el uso de segunda residencia turística. Esto determina una gran variabilidad estacional en el número de población debido a la influencia de la actividad turística.

Numerosos trabajos describen metodologías de desagregación espacial (Cocero Matesanz & otros, 2006; Santos Preciado & otros, 2011). El procedimiento utilizado en este caso consistió en ponderar cada una de las unidades del mapa de usos de suelo, considerando además las densidades de ocupación que ellos implican. En este trabajo en particular se priorizaron los resultados en función de las áreas de población permanente, las cuales presentan un mayor grado de exposición a situaciones de peligro que aumentan el riesgo en las mismas. Debido a ello, las áreas residenciales de ocupación permanente, comercio y servicios así como áreas administrativas reciben el máximo valor de ponderación (10). A los sectores de segunda residencia turística se asigna la mitad del valor de ponderación que los casos anteriores (5) dado que la ocupación es estacional. Lo mismo ocurre con las zonas de alojamiento turístico (cabañas, hosterías, camping y áreas de turismo rural). A las áreas recreativas, donde la infraestructura es mínima y la presencia de población concentrada es muy baja, se les da un valor de la mitad de las anteriores (2.5). El mismo criterio se aplica a las áreas forestales. A las áreas naturales correspondientes al bosque nativo, utilizado ocasionalmente para actividades de senderismo, se les otorga el peso de ponderación más bajo (1).

A partir de aplicar funciones de superposición entre el mapa obtenido de la ponderación de los usos de suelo y el mapa de vulnerabilidad se obtiene el mapa final de vulnerabilidad cuyos resultados presentan una mayor desagregación espacial y por lo tanto un mejor ajuste a la realidad del área. Posteriormente estos valores fueron traducidos a tres niveles: alto, moderado y bajo, a fin de poder equiparar las categorías con el mapa de Amenazas y elaborar el mapa de Riesgos Ambientales a través del procesamiento en SIG. Para ello se utiliza una tabla de doble entrada donde se combinan los grados de amenaza y vulnerabilidad obteniendo los grados de riesgo.

### 3. EL RIESGO AMBIENTAL

El análisis de las amenazas requiere de un abordaje sistémico del medio natural que tenga como objetivo el entendimiento de su dinámica ya que de ella derivan los eventos capaces de causar daño a la sociedad. Los procesos naturales, ya sean de origen endógeno o exógeno, son diferentes de un lugar a otro en cuanto a su grado, frecuencia e intensidad y su identificación y estudio permite reducir daños e impactos negativos sobre la población involucrada. Si bien es cierto que el riesgo se puede minimizar es importante considerar que sobre los eventos de origen endógeno, es decir, derivados de las fuerzas internas de la Tierra, el hombre no puede actuar en función de evitarlos o reducirlos sino sólo en la prevención y mitigación de sus impactos.

El paisaje natural de Villa Pehuenia es el resultado del modelado de diferentes agentes que a lo largo de su historia geológica han esculpido sus formas. Por un lado las geoformas construccionales derivadas de un borde convergente al cuál se asocia la formación de la cordillera de los Andes y la actividad sísmica y volcánica presente en la zona. Este relieve montañoso se caracteriza por una topografía abrupta dada por un relieve positivo que muestra geoformas heredadas del accionar de los glaciares que en el Pleistoceno cubrieron la región. Se derivan de ello rasgos de erosión como aristas, circos, artesas y lagos glaciares predominantemente en el oeste del área mientras que las formas deposicionales (especialmente morenas) se observan hacia el este. Estos rasgos se combinan con aquellos heredados de la actividad volcánica que generó extensas mesetas basálticas, las cuales a través de procesos de inversión del relieve, se encuentran sobreelevadas en el paisaje regional. Hoy, los agentes modeladores del paisaje son básicamente de origen exógeno, entre los de mayor significancia se encuentran el agua de lluvia y la encauzada, el viento y los movimientos gravitacionales.

El área presenta un clima húmedo con precipitaciones abundantes todo el año, mayormente en forma de nieve con un marcado gradiente longitudinal variando de valores superiores a los 3000 mm al oeste a 1000 mm en poco más de 31 km. hacia el este. Acompañan este gradiente variaciones marcadas en el tipo y grado de cobertura vegetal. Al oeste densos bosques cubren las laderas de los valles mientras que hacia el este son reemplazados por matorrales bajos y abiertos junto a pequeños bosques en galería que acompañan la red de drenaje. En sectores, el uso inapropiado de los recursos naturales asociado a la actividad ganadera, ha dado lugar a la formación de semidesiertos por alteración donde la cobertura vegetal no supera el 25 % y donde los procesos de degradación se manifiestan con gran intensidad. Los suelos se han desarrollado a partir de cenizas volcánicas y pumicitas. Las tefras provenientes de los volcanes chilenos y transportadas por los vientos dominantes constituyen el material parental de los mismos. Estos materiales le otorgan una alta inestabilidad al paisaje, especialmente al oeste, donde se combinan con fuertes pendientes.

A partir de la dinámica natural del sitio se pueden definir las siguientes amenazas o peligros: la cercanía a un borde de placa activo del tipo convergente genera peligros de origen endógeno como terremotos y volcanismo. Si bien los sismos tienen su epicentro en territorio chileno, el área de estudio ha sido evaluada por el Instituto Nacional de Prevención Sísmica (INPRES) como de peligrosidad sísmica moderada. Esto implica que terremotos de magnitud alta pueden provocar daños en las construcciones e infraestructura, a la vez que estos movimientos telúricos pueden ser los desencadenantes de otros eventos naturales como deslizamientos y flujos rápidos.

Con respecto a la actividad volcánica la región ha sido afectada por depósitos de material piroclástico en repetidas ocasiones. Los volcanes chilenos que han entrado en actividad provocaron la acumulación de cenizas y lapilli en esta zona producto de los vientos provenientes del sector oeste. Naranjo & otros, (1993) hacen mención a la erupción pliniana del volcán Sollipulli hace aproximadamente 2900 años y que dio lugar a los depósitos de la formación Alpuhú que hoy cubren toda la región.

Además del peligro sísmico y volcánico, las amenazas contempladas en el área están relacionadas con procesos de erosión hídrica y eólica, remoción en masa e inundabilidad.

Como se mencionara anteriormente, estas amenazas fueron evaluadas y representadas cartográficamente y de su combinación resultó el mapa síntesis de Amenazas de Villa Pehuenia.

### **3.1. Grados de Amenazas**

Los resultados se expresan en grado alto, moderado y bajo con las siguientes conclusiones:

Entre los sectores que presentan un alto grado de amenaza se encuentran las zonas de fuertes pendientes ubicadas al oeste del área de estudio. Estas pendientes están cubiertas por un espeso manto de material piroclástico que le suma cierta inestabilidad a las mismas. Éstas, según el mapa de sistemas naturales, coinciden con las laderas o paredes de las artesas glaciarias. El mapa de pendientes indica valores que superan el 15 % y que en sectores alcanzan el 40 %. Esta situación favorece el desarrollo de un manto de cobertura detrítica derivado de los procesos de gelifracción y que se relaciona con los afloramientos rocosos de altura y los aportes gravitacionales que se añaden al regolito in situ además de las acumulaciones de cenizas y lapilli. Estos sectores se mantienen estables gracias al rol que cumple la vegetación (bosque denso) reteniendo los materiales y reduciendo la escorrentía. Sin embargo las alteraciones antrópicas derivadas del uso

del suelo en las pendientes más pronunciadas, principalmente para la construcción de infraestructura, provocan la desestabilización del material en las laderas lo que genera procesos de remoción en masa. Esto se observa a lo largo del trazado de la ruta provincial N° 11 que une Villa Pehuenia con Moquehue. El trazado, acondicionamiento y ensanchamiento de la misma ha alterado el perfil y equilibrio de las laderas por lo que se evidencia el desplazamiento de los materiales que conforman las mismas. Si bien estos procesos suelen tener efectos puntuales y de poca duración, representan un gran peligro para la sociedad por la violencia con la que se desatan y por ser poco predecibles.

Tres sistemas naturales se incluyen en el rango de amenazas moderadas: topografía de bajo relieve, depósitos morénicos y el delta del río Litrán.

- **Topografía de bajo relieve:** es un sector de lomadas y depresiones elaboradas sobre rocas graníticas y con evidencias de abrasión glaciaria. En esta unidad las amenazas toman relevancia a partir de los procesos de erosión hídrica asociados a pendientes que en sectores alcanzan el 30% y a una cobertura vegetal semidensa de matorrales. Esta disminución de la cobertura vegetal también provoca una susceptibilidad mayor a la erosión eólica que se manifiesta en áreas muy degradadas asociadas a la actividad ganadera.
- **Depósitos morénicos:** esta unidad presenta pendientes onduladas que se dan sobre un manto de lapilli. Los materiales superficiales son fácilmente movilizados por el escurrimiento superficial y por los procesos de remoción en masa del tipo imperceptible -reptación-y flujos rápidos de detritos encauzados a través de canales, los que se depositan finalmente en zonas de baja pendiente. En las áreas de menor cobertura vegetal se intensifican los procesos de erosión hídrica y eólica principalmente. Los sectores que se encuentran hacia el este son los que cuentan con un menor aporte de humedad y por lo tanto más expuestos a los vientos predominantes del oeste.
- **Delta:** las amenazas en esta unidad se asocian principalmente a erosión eólica alta producto del déficit hídrico, la baja cobertura vegetal y la exposición a los fuertes vientos. Esto ha provocado sectores de suelo desnudo donde predominan los procesos de deflación y rasgos menores de acumulación eólica. Actualmente la mayor parte de la superficie de esta unidad ha sido forestada con pinos exóticos. A esta amenaza se suma el peligro de inundación derivado de la escasa pendiente de la unidad geomorfológica y la dinámica del río Litrán.

Los valles fluviales y el piso de las artesas son los sectores incluidos dentro de un rango bajo de amenazas. Son áreas donde las corrientes fluviales modernas erosionaron sobre el piso de la artesa y excavaron los valles fluviales sobre depósitos anteriores. La unidad presenta pendientes muy leves por donde escurre el agua. Los caudales de los cursos pueden verse modificados drásticamente por alteraciones meteorológicas que se manifiesten en la cuenca. Su régimen hidrológico se caracteriza por presentar dos crecidas anuales, asociadas a las precipitaciones invernales y a procesos de fusión nival al final de la primavera. En el caso de estos cursos las precipitaciones generan aumentos importantes en el caudal que suelen provocar inconvenientes a los pobladores.

### **3.2. Grados de vulnerabilidad**

La vulnerabilidad de la población en el ejido de Villa Pehuenia está condicionada por la complejidad sociocultural y los orígenes diversos de la población. Coexisten en el área actores sociales de

características muy diversas: antiguos pobladores, comunidades Mapuche, nuevos actores turísticos de residencia permanente y de segunda residencia. Esto implica la existencia de valoraciones muy disímiles de los recursos y el territorio, así como disparidades en cuanto a la accesibilidad a servicios y oportunidades; lo que determina, a su vez, vulnerabilidades diferenciadas frente a las amenazas y define distintos grados de riesgo ambiental.

En general las condiciones de mayor vulnerabilidad corresponden a la zona sur del lago Aluminé, donde gran parte de su población es rural con asentamiento disperso. Su principal ocupación constituye la de ser pequeños crianceros cuya actividad está destinada a la subsistencia. Es el área de mayor aislamiento en relación al resto del ejido y por lo tanto, con dificultades de accesibilidad hacia los centros de asistencia, servicios educativos y de salud. Tanto el tipo de viviendas como las condiciones habitacionales generales (hogares con hacinamiento, con familias nucleares incompletas y hogares numerosos), así como el acceso al sistema educativo (jefes de hogar con nivel primario incompleto) y al empleo (calificación, empleo informal y desempleo) presentan los peores índices en la población rural.

Situaciones similares de alta vulnerabilidad registran los pobladores correspondientes a la comunidad Mapuche Catalán, al noreste del lago Aluminé, también dedicados a la ganadería extensiva de subsistencia sin diversificación de sus economías familiares. Aquí se repiten los patrones respecto al nivel de instrucción alcanzado por la población. En este sentido si bien los integrantes de las comunidades Mapuche valoran y se esfuerzan por lograr la escolarización de los niños y jóvenes, es común que entre los jefes de hogar el grado de alfabetización sea mínimo.

Los valores de vulnerabilidad medios corresponden a algunas áreas de Villa Pehuenia y a sectores definidos por el asentamiento de la comunidad Puel (norte y sureste del lago Moquehue). Esto se explica a partir de la diversificación de las actividades económicas de esta Comunidad con la inserción en la administración pública, en el manejo del Parque de Nieve Batea Mahuida (ubicado al norte del ejido) y en la venta de artesanías. Lo mismo ocurre con casos de pobladores históricos vinculados a actividades comerciales y de servicio orientadas al turismo. Esta diversificación ha permitido que esta población rural dispersa pueda acceder a servicios como la educación y la salud. (Steimbregger & Torrens, 2010).

Los índices correspondientes a los rangos de vulnerabilidades más bajos se asocian a los asentamientos de población aglomerada (Moquehue y Villa Pehuenia) en los cuales se centralizan las actividades que posibilitan el acceso al empleo (sector público y turismo). En general, se ha incrementado el empleo no agrario entre la población rural, vinculado a estamentos públicos y servicios turísticos. Moquehue cuenta con una menor cantidad de población permanente aglomerada que Villa Pehuenia y además sólo cuenta con escuela primaria, esto podría repercutir en los niveles educativos alcanzados por dicha población en comparación con Villa Pehuenia.

En síntesis las condiciones de mayor vulnerabilidad se presentan en la zona sur y noreste de los lagos. Es el área de menor intercomunicación con el resto del ejido y por lo tanto con condiciones más difíciles en cuanto a la accesibilidad hacia los centros de asistencia, servicios educativos y de salud. Asimismo la mayor parte de su población es rural y su principal ocupación la constituye la actividad ganadera de subsistencia. Los valores medios corresponden a la población permanente de la comunidad Puel y a algunos pobladores históricos vinculados a actividades de servicio y



comercial orientadas al turismo. Mientras que los índices menores se asocian a asentamientos de población aglomerada.

La combinación de los mapas de amenazas y vulnerabilidad permitió elaborar el mapa síntesis de Riesgo Ambiental del ejido (Fig. 2). Los resultados muestran que en las áreas de riesgo alto se combinan amenazas altas y moderadas derivadas de las fuertes pendientes susceptibles a ser afectadas por procesos de erosión hídrica y movimientos gravitacionales donde la vulnerabilidad de la población alcanza valores altos y medios al oeste y sur del lago Moquehue. Los valores de vulnerabilidad en este caso corresponden a niveles bajos en la zona suroeste, y moderados y altos al sur. Estos últimos, representan a la población rural dispersa, con escaso acceso a servicios y con economías familiares sustentadas en la ganadería de subsistencia o con intentos incipientes de vincularse al sector turístico. En esta situación se incluye también aquella población de segunda residencia, muchos de ellos en situación de ilegalidad con respecto a la tenencia de las tierras y socialmente no vulnerables. Esta población no está contemplada en los datos censales pero durante las temporadas turísticas se encuentran expuestos a las amenazas.

Hacia el este y sur del lago Aluminé, las amenazas disminuyen tornándose relevantes los valores de vulnerabilidad. La población de estos sectores corresponde a las comunidades de pueblos originarios y pequeños crianceros con dificultades de acceso a servicios básicos, educación y salud. En este caso las economías familiares son de subsistencia, sin mayores alternativas de diversificación.

Las amenazas moderadas ubicadas en el sector este derivan de la afectación del suelo y la vegetación a partir de procesos de erosión hídrica y eólica provocando la degradación de recursos básicos para el desarrollo de la principal actividad económica del sector, la ganadería. Esta degradación acentúa la vulnerabilidad de los crianceros que habitan en el área.

Cabe destacar que las situaciones de riesgo, en gran parte han sido generadas por habitantes de segunda residencia que, valorando el recurso paisajístico han ocupado en forma ilegal aquellas áreas con población local demuestra un mayor de la dinámica natural, ocupando áreas menos inestables.

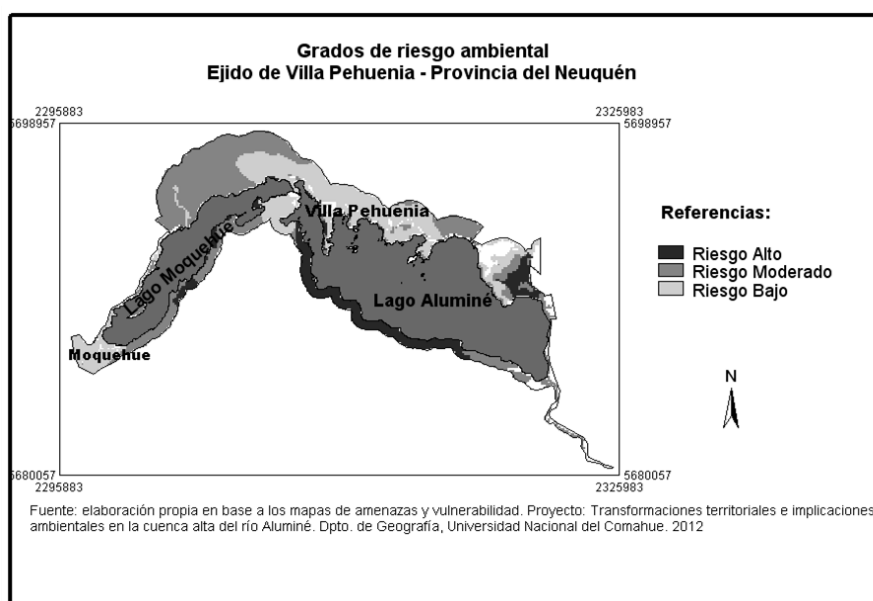


Figura 2: Grados de riesgo ambiental. Ejido de Villa Pehuenia - Provincia del Neuquén.

#### 4. CONSIDERACIONES FINALES

La situación ambiental del ejido es resultado de las relaciones entre los distintos actores y de sus articulaciones con la dinámica natural. Ante la velocidad de los cambios producidos resulta fundamental iniciar un camino de gestión que contemple los recursos y sus modos de apropiación, propiciando el desarrollo de estrategias y políticas específicas tendientes a anticipar potenciales impactos negativos.

En este área, la vulnerabilidad no siempre está asociada a situaciones de altos niveles de pobreza y exclusión social. Lógicas asociadas a valoraciones de la calidad visual y ambiental del entorno y amparadas en la falta de control del uso y ocupación del suelo exponen a los habitantes a amenazas naturales. Las situaciones de riesgo en muchos casos aparecen como “oficialmente inexistentes” ya que al tratarse de ocupaciones ilegales, no están mensuradas ni existe registro de estas propiedades. Dada la calidad escénica del lugar y la falta de control, es de esperar que se mantenga la tendencia a ocupar los sitios que ofrezcan un gran atractivo visual. (Jurio & otros, 2011).

Los mapas de riesgo constituyen un soporte fundamental para la toma de decisiones a fin de poder definir políticas de planificación tendientes a mejorar las situaciones deficientes y lograr la ordenación del territorio bajo el enfoque de la sustentabilidad. La aplicación de metodologías de análisis espacial cuantitativo, complementadas con indicadores cualitativos apoyados en el trabajo empírico, permite considerar indicadores de las condiciones de vida de la población y obtener un diagnóstico de la vulnerabilidad. Posibilita regionalizar el comportamiento de las variables y determinar las áreas prioritarias hacia las cuales dirigir las acciones de intervención. (Torrens, 2011) En el ejido de Villa Pehuenia, donde el porcentaje de población rural dispersa es importante y los asentamientos concentrados corresponden a la categoría de pueblos rurales, los radios censales constituyen una unidad de análisis poco adecuada y de escasa precisión. Es por ello que es necesaria la aplicación de procedimientos a fin de lograr la desagregación de los datos para hacer más eficientes las metodologías a la hora de diagnosticar situaciones socioeconómicas y de calidad de vida de la población. De todas maneras, sería sumamente interesante poder comparar estos resultados con un análisis a mayor escala realizado a nivel de segmentos censales o manzanas. Por el momento, la figura del secreto estadístico hace inviable el avance hacia estos niveles de desagregación espacial.

Como plantean Buzai & Baxendale (2008) “las técnicas estadísticas ligadas a los SIG permiten avanzar en la obtención de clasificaciones flexibles como modelos que pueden acompañar los cambios en la problemática abordada”. Es necesario remarcar la importancia para los organismos de gestión de diseñar un sistema de información que permita contar con datos precisos, actualizados y puestos a disposición de los municipios y que puedan ser actualizados por estos. De esta forma, en el proceso de planificación y gestión ambiental será posible la toma de decisiones certeras en la prevención y mitigación del riesgo.

#### 5. REFERENCIAS

- Buzai, G. & C. Baxendale, Clasificación de unidades espaciales mediante indicadores de planificación. Teoría, método y aplicación. *Anuario de la División Geografía 2007*. Dpto. de Ciencias Sociales, UNLu, Luján, 2008.
- Cocero Matesanz, D.; F. J. García Lazaro & J. M. Santos Preciado, Propuesta metodológica para la desagregación espacial de variables sociodemográficas con sistemas de información geográfica y teledetección, *Cuadernos Geográficos*, 039, 7-22, 2006

- Dirección General de Estadísticas y Censos de la provincia del Neuquén *Población total estimada por año según municipio y categoría del mismo*. Provincia del Neuquén. Años 2001/2010. <http://www3.neuquen.gov.ar/dgecyd>. 2005.
- Jurio, E. & O. Capua, Susceptibilidad del paisaje en la cuenca alta del río Aluminé, Neuquén. *Revista Geografía y Sistemas de Información Geográfica*. 3, 54-70, Dpto de Ciencias Sociales UNLu, Luján, 2011. <http://www.gesig-proeg.com.ar/documentos/revista-geosig/2011/I-Articulos-I-D/04-JURIO-CAPUA.pdf>
- Herzer, H. *Construcción del riesgo, desastre y gestión ambiental urbana. Perspectivas en debate*. Inst. de Investigaciones Gino Germani, Fac. Ciencias Sociales, UBA Bs As. 1996.
- INDEC, *Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas 2001*. Dirección Prov. de Estadísticas y Censos, Neuquén, 2001.
- Jurio, E., C. Torrens, O. Capua, V. Cappelletti & A. Membribe, *Evaluación del riesgo ambiental en Villa Pehuenia-Moquehue, Provincia del Neuquén*, III Congreso Nacional de Geografía de las Universidades Públicas. Fac. de Humanidades y Ciencias, Santa Fé, 2011.
- Katzman, R. Notas sobre la medición de la vulnerabilidad social. Programa para el mejoramiento de las encuestas y la medición de las condiciones de vida en América Latina. ISSN: 1510-5628. *Serie Documentos de Trabajo del IPES / Colección Aportes Conceptuales Nº2*. Programa IPES. Fac. Ciencias Humanas, Univ. Católica del Uruguay. 2000.
- Lavell, A., *Degradación ambiental, riesgo y desastre urbano. Problemas y conceptos; hacia la definición de una agenda de investigación*, en: Fernández, M. (comp.), *Ciudades en riesgo. Degradación Ambiental, Riesgos urbanos y desastres en América Latina*, Capítulo 2, Red de Estudios Sociales en Prevención de Desastres en América Latina, 1996.
- Lavell, A., *La Gestión local de riesgo. Nociones y precisiones en torno al concepto y la práctica*. Programa Regional para la Gestión del Riesgo en América Central. CEPREDENAC - PNUD. CRID. <http://www.crid.or.cr/crid/index.shtml>, Guatemala, 2003.
- Naranjo, J. & otros. Volcanismo explosivo reciente en la caldera del volcán Sollipulli, Andes del Sur (390 S). *Revista Geológica de Chile*, No. 2, 167-191, En [www.andangeology.cl/index.php/revista1/article/view/V20n2-a03/1785](http://www.andangeology.cl/index.php/revista1/article/view/V20n2-a03/1785).1993
- Prieto, M., *Vulnerabilidad sociodemográfica en el aglomerado urbano de Bahía Blanca – Argentina*. XVI Encontro Nacional de Estudos Populacionais. Associação Brasileira de Estudos de Población Caxambu, Brasil, [http://www.abep.nepo.unicamp.br/encontro2008/docsPDF/ABEP\\_2008\\_1901.pdf](http://www.abep.nepo.unicamp.br/encontro2008/docsPDF/ABEP_2008_1901.pdf). 2008.
- Santos Preciado, J., M. Azcárate Luxán, D. Cocero Matesanz, F. García Lázaro & C. Muguruza Cañas, Los procedimientos de desagregación espacial de la población y su aplicación al análisis del modelo de la ciudad dispersa. El caso de las aglomeraciones urbanas de Madrid y Granada, *Revista GeoFocus*, 11, 91-117, 2011
- Steimbregger, N. & C. Torrens, *Diversificación productiva y ocupacional. Una mirada a la dinámica de los pueblos rurales en el ejido de Villa Pehuenia, prov. del Neuquén, Argentina*. 8º Bienal del Coloquio Internacional de Transformaciones Territoriales. Fac.Ccias. Económicas, UBA. Buenos Aires, 2010
- Torrens, C., *Clasificación multivariada mediante indicadores de beneficio y costo para la localidad de Neuquén, Provincia del Neuquén*, en Buzai, G., *Mapas Sociales Urbanos, 2da. Ed.* Aceptado para publicación, 2011.

### 5.3- MODELACIÓN NUMÉRICA DEL RIESGO POR INUNDACIONES EN EL RODEO, CATAMARCA

Víctor H. Burgos<sup>1</sup> & Jorge A. Maza<sup>1</sup>

(1) Instituto Nacional del Agua – Centro Regional Andino. vburgos@ina.gov.ar

#### RESUMEN

La villa turística El Rodeo, ubicada a 38 Km de la capital de Catamarca, está atravesada por el Río Ambato, de tranquilas aguas durante el estiaje pero cuyas crecidas, más frecuentes en verano, generaron inconvenientes tanto en puentes como en las viviendas ubicadas en las márgenes. Luego de realizar un estudio hidrológico de la cuenca cabecera, y determinados los caudales de diseño para recurrencias de hasta 200 años, se realizó una modelación matemática del régimen hidráulico cuyos resultados de tirantes y velocidades permitieron establecer el riesgo de los distintos sectores de la villa. El riesgo de inundaciones fue conformado, además de la peligrosidad del evento, a través de las vulnerabilidades físicas y las exposiciones de edificaciones e infraestructura, como así también de personas y vehículos. Se presenta la metodología empleada y los resultados obtenidos, información de base a ser utilizada en una futura gestión integrada de crecidas.

#### INTRODUCCION

##### Área de Estudio

El área de estudio se ubica entre las latitudes 28°09' y 28°20' S y las longitudes 65°53' y 66°03' W, tal como se indica en la Figura 1:

Figura 1 >  
Ubicación del estudio

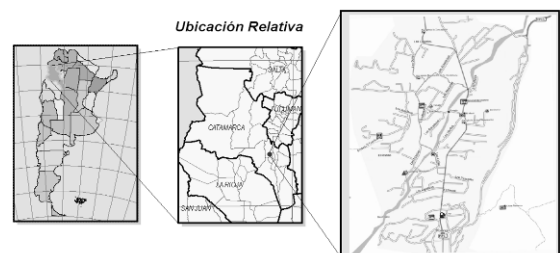
Etimológicamente Ambato proviene del kakán y del quechua An-Huatu que significa “Hechicero del Alto”, porque justamente el punto más alto del cordón montañoso del Ambato se llama “Manchao”, que significa Manch: miedo, Ao: lugar: “Lugar del Miedo”, ya que es “Lugar de mucho viento y espanta con sus ruidos”.

##### Problemática aluvional

La villa turística El Rodeo se encuentra a 38 km de la capital provincial; está atravesada por el Río Ambato, de tranquilas aguas durante el estiaje pero cuyas crecidas, que son más frecuentes en verano han sido capaces de transportar peñascos de más de 1 m<sup>3</sup> a muy altas velocidades y de alterar drásticamente el modelado del cauce cada vez que ocurren, debido al impacto contra las márgenes.

Divagante como es el río Ambato al cruzar la villa, amenaza con deteriorar con severidad toda obra de infraestructura edificada hacia adentro de la línea de ribera, definida por las crecidas máximas anuales medias, y de la vía de evacuación de inundaciones.

La conformación actual del Río Ambato y la dimensión y distribución del material acumulado en el lecho están estrechamente asociados con las mayores crecientes, eventos de menor intensidad no tendrán fuerza suficiente para variar esta conformación salvo levemente (las alteraciones pueden sobrevenir sólo a consecuencia de crecidas de igual o mayor intensidad).



## OBJETIVOS

En este estudio se realizará la modelación matemática hidrológica necesaria para determinar caudales de diseño que a su vez será la información primordial en la modelación matemática del régimen hidráulico cuyos resultados de tirantes y velocidades permitirán delinear el riesgo de los distintos sectores de la villa de El Rodeo aledaños al cauce.

El riesgo hídrico será conformado, además de la peligrosidad del evento, a través de las vulnerabilidades físicas y las exposiciones de edificaciones e infraestructura, como así también de personas y vehículos.

## MATERIALES Y METODOS

### *Información pluviométrica / pluviográfica*

El Servicio Meteorológico Nacional (SMN) suministró información relativa a tormentas observadas en las estaciones: Catamarca Aero I (código 10044), Catamarca Aero (código 10044) y Catamarca INTA-Sumalao (código 10070). La estación Aero I es reemplazada por la nueva Catamarca Aero, razón por la cual las observaciones están divididas en dos períodos.

Los registros contienen información pluviográfica procesada con valores máximos para duraciones 5, 10, 15, 20, 30, 40, 50, 60, 90, 120, 180, 240, 360 y 720 minutos y totales diarios correspondientes a la fecha de ocurrencia de las tormentas.

Además se contó con información pluviométrica diaria de la Dirección de Hidrología y Evaluación de Recursos Hídricos de Catamarca en las estaciones de tabla 1.

Estación	Periodo de registro
El Rodeo	1970-2006
La Puerta	1970-1995
El Jumeal	1980-2007
Las Rejas	1972-1980
Amadores	1972-2011
Singuil	1971-2007
Colpes	1972-1995
Palo Labrado	1970-1996
La Bajada	1970-2004
La Merced	1969-2008
Capital	1977-2010
El Portezuelo	1970-2010

< Tabla 1. Estaciones pluviométricas

### **Relevamiento Topográfico**

La ejecución de los trabajos topográficos fue realizada por la Secretaría del Agua y el Ambiente, Dirección de Hidrología y Evaluación de Recursos Hídricos.

- Los criterios tomados en el relevamiento topográfico fueron los siguientes:
- Las separaciones de los perfiles topográficos transversales fueron de 60 metros y como máximo de 100 metros.
- Las longitudes que cubrieron los perfiles fueron de 180 y 250 metros según corresponda para cada caso en particular.
- Se tomó el eje del cauce como centro de cada perfil.
- La prolongación del perfil finaliza una vez alcanzada una altura de 8 metros, tomando como referencia 0,0 metros desde el lecho del río.

Se relevaron 74 Perfiles transversales, en una longitud total de 2838 m, con una densidad media por perfil de 15 puntos.

**Tormenta de diseño**

La tormenta de diseño se determinó mediante metodología de escalamiento temporal, estimando curvas IDF regionales en sitios sin registros pluviográficos. La duración de las tormentas de proyecto fue de tres y seis horas.

Se tuvo en cuenta además el decaimiento espacial de la tormenta.

**Modelación Hidrológica**

Se utilizó el modelo ArHymo (Fornero et al, 2002) para la estimación de caudales de diseño.

Para la delimitación de la cuenca de aporte, se siguió la metodología propuesta por Burgos, 2005 Utilizando el MDE Global ASTER GDEM (METI - NASA, 2009), con resolución de 30 m, se realizó la división en subcuencas hidrográficas y se aplicaron y compararon un total de seis índices hidrológicos y nueve parámetros morfométricos.

Para la estimación de las pérdidas de la precipitación se empleó la metodología desarrollada por el NRCS y la estimación del mapa de CN distribuido se llevó a cabo utilizando el SIG ArcView 3.2a y tablas de clasificación (Burgos, 2005; 2008).

El cruzamiento espacial de los mapas de uso de suelos y el del tipo hidrológico de suelos se realizó por medio de un procesamiento de álgebra de mapas y se obtuvo para cada cuenca el CN ponderado por área, debido a que el modelo hidrológico utilizado es del tipo concentrado.

Los suelos pertenecen a la unidad cartográfica Complejo de Humaya formado por Haplustol Lítico, Haplustol éntico y Haplustol típico (Ogas, 1994). Se formaron a partir de depósitos eólicos de limo y arenas finas. Son suelos profundos, con un buen contenido de humedad durante todo el año, de textura franco arenosa fina, muy ricos en materia orgánica (3%) y nitrógeno total 0,2–0,3 %, y de pH ácido (5) (Quiroga et al, 2001).

El mapa hidrológico de suelos fue determinando mediante análisis y reclasificación del Atlas de suelos del INTA. Se asignó a cada unidad el valor de Grupo Hidrológico de Suelo (GHS) en función de la capacidad de drenaje de cada uno.

Tabla 2 >  
Grupo Hidrológico de Suelos

Grupo	Orden	Textura	Drenaje	GHS
Entisol	Ustortente	Arenosa Gruesa	Algo excesivamente drenado	B
	Torrortente	Franca	Algo Drenado	D
Molisol	Haplustol	Franco Arenosa	Bien Drenado	C
Fondos de ríos, valles saturados, zona de recarga		Arenosa Gruesa / clastos / detritos	Excesivamente drenado	A
Roca		-	-	D

El mapa de vegetación fue confeccionado siguiendo las descripciones de Morláns, (1995); Cabrera, (1976).

La vegetación predominante en la zona de estudio, corresponde a la provincia fitogeográfica Chaqueña, distrito Chaco Serrano.

En las quebradas más húmedas y frías se pueden observar Bosques Montanos de la provincia fitogeográfica de las Yungas y las zonas de lomadas, con altitudes superiores a los 3000 m s.n.m se desarrollan pastizales pertenecientes al distrito de las Praderas Montanas de las Yungas.

La delimitación del bosque montano se mejoró con una digitalización y reconocimiento visual sobre imagen satelital.

Desde el punto de vista Geológico, el Valle de Ambato, se encuentra en la provincia Geológica de las Sierras Pampeanas Noroccidentales y están compuestas por un basamento Precámbrico de metamorfitas y granitos como elementos principales, con depósitos Terciarios y Cuaternarios, que se conservan mayormente en valles y bolsones y en las áreas proximales de los piedemontes, respectivamente.

El relieve es marcadamente accidentado, de laderas y quebradas con inclinación y pendientes variadas.

La red de avenamiento de la Sierra de Ambato en su faldeo oriental, es de textura gruesa, contando con pocos cursos en valles angostos y profundos. Los lineamientos principales siguen la dirección NNW-SSE. Son pocos cursos pero bien desarrollados, siendo reducida la densidad de avenamiento. Las cumbres, de rocas graníticas, están poco disectadas por cursos de agua ya que la pendiente es menor, y de poca extensión. El encajonamiento que presentan los cursos están asociados a varios factores: altitud, fuerte pendiente, condiciones climáticas y escasa vegetación. De esas características, la pendiente y la poca permeabilidad de las rocas derivan el alcance del caudal, la velocidad del avenamiento y el gran volumen de material de arrastre que consta de bloques rodados que pueden alcanzar notable tamaño. (Pasotti et al, 1973).

### **Modelación Hidráulica**

Con los caudales obtenidos, y mediante el modelo HEC RAS (US HEC, 2012) se delimitaron para cada recurrencia las líneas de inundación por modelación hidráulica unidimensional, obteniendo luego de exportar los resultados al SIG, las velocidades y los tirantes en cada pixel.

El modelo geométrico fue importado con la extensión HEC Geo RAS y los valores del coeficiente de Manning correspondiente al cauce fueron estimados en coincidencia con las fotografías extraídas de (Barnes, 1977). Los valores hallados van desde  $n=0.045$  a  $n=0.079$ . Para las llanuras de inundación se utilizó  $n=0.060$ .

Estos valores de Manning fueron luego verificados con la aplicación de la fórmula de Jarret, (1984) (ecuación 1):

$$n = 0.32S^{0.38}R^{-0.16} \quad (1)$$

### **Estimación del Riesgo**

Las inundaciones son un episodio natural en la dinámica fluvial, que se expresa morfológicamente para los ríos en la planicie de inundación o lecho mayor.

Cuanto mayor es la cuenca aguas arriba de una localidad determinada, mayor es el caudal máximo de una crecida y consecuentemente mayores las posibilidades de recurrir a evacuaciones, produciendo las inundaciones daños, fundamentalmente, económicos.

Los Factores del Riesgo son tres: la Peligrosidad, la Exposición y la Vulnerabilidad (Ayala- Carcedo, 2001).

La Peligrosidad (P) se compone de dos aspectos, la Severidad o Intensidad y la Probabilidad, ambas relacionadas (cuanto más intenso o severo es un peligro, afortunadamente, es tanto menos frecuente). En este estudio la Peligrosidad ha sido representada por su probabilidad de ocurrencia o la inversa al tiempo de retorno de la crecida aluvional.

La Exposición (E) es el conjunto de personas y bienes potencialmente expuestos a la acción de un Peligro. En este estudio la Exposición ha sido dimensionada, como en Maza & Burgos, (2006) en función de la distancia entre la ubicación del bien o persona y la línea de ribera, tal como lo indica la ecuación (2).

$$E = \frac{(D_{MAX} - Dist.LR)}{D_{MAX}} \quad (2)$$

El mapa *Dist.LR*, se generó por medio de buffers desde la Línea de inundación de 2 años de recurrencia, siendo  $D_{MAX} = 65m$  (máxima distancia de cobertura de las líneas de inundación).

La Vulnerabilidad (V), es la potencialidad del daño que puede producir un Peligro sobre el conjunto de personas y bienes potencialmente expuestos. En este estudio la Vulnerabilidad ha sido representada en función del daño parcial o colapso de las personas o bienes expuestos a la presión dinámica que ejerce el agua sobre ellos. El establecimiento de los siguientes niveles, se fundamenta en criterios existentes en relación a las condiciones de estabilidad de personas, vehículos y estructuras, expuestas al flujo, en términos de estabilidad a deslizamiento, arrastre y vuelco (Gómez y Russo, 2009; y Maza y Burgos, 2006).

Para vulnerabilidad de personas, según ec. 3 y 4. Para vulnerabilidad de vehículos, según ec. 5 y 6. Para vulnerabilidad de edificios, según ec. 7 a 9.

$$si \left\{ y \cdot v^2 < 1.23 \frac{m^3}{s^2} \right\} \wedge \left\{ y \cdot v < 1.00 \frac{m^2}{s} \right\} \Rightarrow estable \therefore V = 0 \quad (3)$$

$$si \left\{ y \cdot v^2 \geq 1.23 \frac{m^3}{s^2} \right\} \vee \left\{ y \cdot v \geq 1.00 \frac{m^2}{s} \right\} \Rightarrow inestable \therefore V = 1 \quad (4)$$

$$si (y \cdot v \leq -0.0564 \cdot v^2 + 0.6599 \cdot v + 0.0584) \Rightarrow estable \therefore V = 0 \quad (5)$$

$$si (y \cdot v > -0.0564 \cdot v^2 + 0.6599 \cdot v + 0.0584) \Rightarrow inestable \therefore V = 1 \quad (6)$$

$$si \left\{ y \cdot v \leq 3 \frac{m^2}{s} \right\} \wedge \left\{ v < 2 \frac{m}{s} \right\} \Rightarrow inundación \therefore V = 0 \quad (7)$$

$$si \left\{ 3 \frac{m^2}{s} < y \cdot v \leq 7 \frac{m^2}{s} \right\} \vee \left\{ v \geq 2 \frac{m}{s} \right\} \Rightarrow da\tilde{n}o.parcial \therefore V = 1 \quad (8)$$

$$si \left\{ y \cdot v > 7 \frac{m^2}{s} \right\} \wedge \left\{ v \geq 2 \frac{m}{s} \right\} \Rightarrow da\tilde{n}o.total \therefore V = 2 \quad (9)$$

Sin que se den los tres factores, no existe Riesgo como lo evidencia la Figura 2. Un terremoto en un desierto donde no hay Exposición de personas o bienes, no supone Riesgo.

< Figura 2. Triángulo de riesgo (Crichton, 1999)

Adoptando esta nomenclatura es posible definir el Índice de riesgo hidráulico (R) como una magnitud que expresa la presencia simultánea, dentro de un área, de una situación de peligrosidad, de exposición y de vulnerabilidad, como lo indica la ecuación (10). (Maza & Burgos, 2006).

$$R = P \cdot E \cdot V \quad (10)$$

Esta definición sintetiza muy bien el concepto de interferencia entre ambiente natural y actividad antrópica, permitiendo su inmediata representación gráfica por mapas temáticos, debido a que la vulnerabilidad y la exposición tienen intrínsecamente distribución espacial.

Pero como la vulnerabilidad potencial de cada elemento se definió utilizando variables hidráulicas que dependen de la probabilidad de





ocurrencia (v e y), se confeccionaron los mapas de vulnerabilidades de personas, vehículos y edificios para las recurrencias de 25, 50, 100 y 200 (las frecuencias mayores no producen desbordes), para luego por medio de análisis de estadística local buscar el máximo por pixel. Es decir, en un pixel determinado existirán o no, valores de vulnerabilidad potencial (V) para cada recurrencia, para luego al multiplicarlo por el mapa de peligrosidad ( $P=1/TR$ ) elegir para ese pixel el máximo de los cuatro, pudiendo alguno ser nulo.

## RESULTADOS

La cuenca hidrográfica El Rodeo, cubre un área total de 139.3 Km<sup>2</sup>, ubicándose casi totalmente en el departamento de Ambato, abarcando un 7.9% de su extensión, representando un 0.14% de la superficie de Catamarca.

El cauce principal lo conforma el Río Ambato que nace en el Cº Manchao, y tiene como afluentes el río Los Nogales y los arroyos: Nevado, Picaso, Manchao, Angostura, Higuierita y Algarrobal, uniéndose en la localidad de El Rodeo.

Se determinaron los parámetros de las cuatro subcuencas (tabla 3).

Tabla 3. Parámetros morfométricos

P: Perímetro; LC: Longitud del cauce más largo; i: pendiente

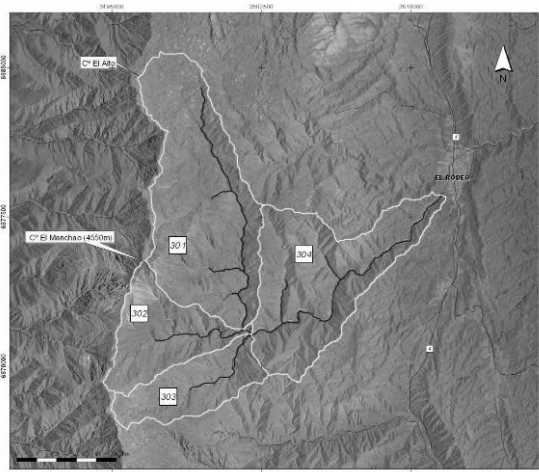
Sub cuenca	Área	P	Cota max	Cota min	LC	i
	[Km <sup>2</sup> ]	[Km]	[m]	[m]	[Km]	[%]
(301) El Alto	55.81	36.4	4145	2286	18.9	9.8
(302) Manchao	21.32	23.4	4217	2250	10.2	19.4
(303) Pabellón	17.69	21.2	4199	2250	9.9	19.7
(304) Ambato	44.48	35.0	3247	1394	20.4	9.1

La cuenca total de estudio se clasifica como cuenca mediana, y su orden de magnitud es de 140 km<sup>2</sup> y las subcuencas clasifican como cuencas pequeñas.

Todas las subcuencas bajo estudio se caracterizan como ovaladas:  $1.37 < Kc < 1.48$ , mientras que la cuenca total se clasifica como oblonga ( $Kc = 2.08$ ).

La densidad de drenaje es de 0.67 Km/Km<sup>2</sup>, y el coeficiente de torrencialidad obtenido (entre 2 y 3 cauces de primer orden en 10 Km<sup>2</sup>, con  $F1= 0.23$ ) indica elevada susceptibilidad a la erosión y alta torrencialidad. Siguiendo la metodología propuesta

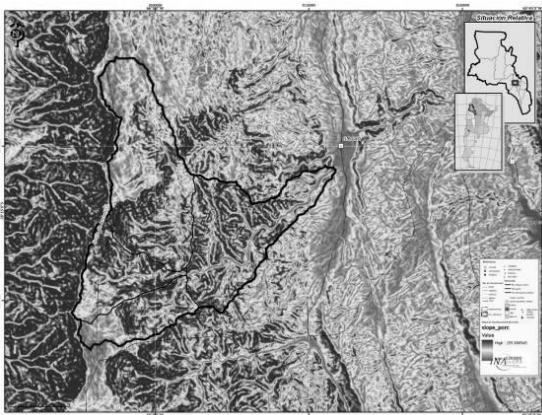
por Strahler y mediante un algoritmo de clasificación topológica del SIG, se confeccionó el mapa de órdenes de cauce, con un orden máximo de 3, para un umbral de 1 Km<sup>2</sup>.



< Figura 3. Mapa de Subcuencas.

El 30% de la cuenca general posee pendientes fuertes, entre 50 y 70 %. Esto indicaría la alta respuesta hidrológica debido a sus abruptas laderas. Sólo un 4 % de la cuenca tiene pendientes menores al 10%, mientras que la mitad del área se encuentra con pendientes entre 10 y 50 %. El resto supera taludes de 70 %.

La distribución espacial de la pendiente (Figura 4) permite visualizar la importancia de este parámetro en las incidencias hidrológicas de la cuenca bajo estudio.



< Figura 4. Mapa de Pendientes.

La modelación hidrológica arrojó los siguientes resultados (tabla 4)

Tabla 4 >  
Caudales de diseño

TR [años]	Caudal [m³/s]
2	73
5	159
10	225
25	321
50	398
100	481
200	566



< Figura 5. Manchas de inundación generada por desbordes del cauce del Río Ambato

Los resultados de la modelación hidráulica se analizaron según dos escenarios: en primer lugar se diagnosticó la situación actual del funcionamiento del Río Ambato con los 7 caudales de diseño. Las manchas de inundación que generan los caudales de diseño se pueden visualizar en la Figura 4.

Se pueden resaltar los siguientes aspectos que resultan de la modelación matemática:

- a) En todos los tramos de escurrimiento libre y para todas las recurrencias el régimen de flujo es mayoritariamente supercrítico o crítico ( $N^{\circ}$  de Froude  $\geq 1$ )
- b) Para TR= 2 años el cauce contiene en su totalidad al escurrimiento, sin producirse desbordes, corroborando así, y en forma congruente, la respuesta geomorfológica del cauce a la crecida originada por la precipitación media.

Para el resto de las recurrencias ( 5 a 200 años) se producen desbordes de variada magnitud, lo cual fue modelado considerando el uso de un labio vertedero de pared gruesa, de forma de representar el caudal que se fuga de la sección transversal y sale del sistema. El caudal que llega al final del tramo modelado se reduce de tal manera que, por ejemplo, en el caso de TR= 200 años pasa a una recurrencia de menos de 10 años. También es de resaltar que se ha indicado con flechas rojas el sentido de evacuación del flujo generado por los desbordes.

Con respecto al funcionamiento hidráulico de los puentes se puede acotar:

- a) Puente 1: (progr. 2040, aguas abajo del camping municipal), es el más antiguo de todos; para recurrencias de 10 a 200 años el resalto que produce causa el desborde por margen izquierda aguas

arriba del puente. En el caso de TR= 200 años el tablero del puente es sobrepasado funcionando como vertedero.

b) Puente 2 (progr. 1775, calle Las Dalías), su nueva estructura permite un escurrimiento libre en régimen supercrítico para los caudales de todas las recurrencias consideradas

c) Puente 3 (progr. 1275, calle Las Hortencias), a pesar de ubicarse su nueva estructura sobre una fuerte pendiente en el cauce, se genera aguas arriba del puente, un pequeño resalto que no produce inconvenientes para caudales de 2 a 200 años de tiempo de retorno.

d) Puente 4 (progr. 915, calle Las Maravillas) esta nueva estructura genera resaltos aguas arriba para caudales de recurrencia 5 y 10 años; para TR = 2 años el escurrimiento pasa de supercrítico a subcrítico en el ancho del puente; para TR= 25 a 200 años el tablero del puente es sobrepasado funcionando como vertedero.

A efectos de determinar el nivel de seguridad de los puentes se hicieron corridas de HEC-RAS para todos los caudales (recurrencias 2 a 200 años) considerando que no existen desbordes y en consecuencia la totalidad del flujo escurre por el cauce del río. Para modelar esta situación hipotética se recurrió al artificio de simular la existencia de defensas longitudinales que impiden el desborde lateral. Al respecto del funcionamiento hidráulico de los puentes se puede acotar que el nivel de riesgo hidrológico de colapso de los puentes es relativamente alto.

El riesgo hidrológico es el riesgo de que el evento de diseño (con un TR asociado) de una obra hidráulica sea sobrepasado en un período n considerado (por ej. la vida útil de la obra):

$$R = 1 - \left(1 - \frac{1}{TR}\right)^n \quad (4)$$

Es decir que la crecida de TR (años) tiene un riesgo hidrológico (R) de que se produzca en los próximos n años. En la Tabla 5 se puede apreciar el nivel de riesgo de cada puente, evidenciando el grave caso del puente 4.

Puente	TR [años]	n [años]	R
1	25	50	0.870
2	25	50	0.870
3	50	50	0.636
4	10	50	0.995

Tabla 5: Riesgo hidrológico de puentes

El post procesamiento de la información proveniente del modelo hidráulico en conjunto con el uso del MDE permitió generar mapas raster tanto de tirantes hidráulicos (altura de agua) como de velocidades del flujo, para cada recurrencia analizada, los cuales luego se utilizaron para calcular los mapas de riesgo.

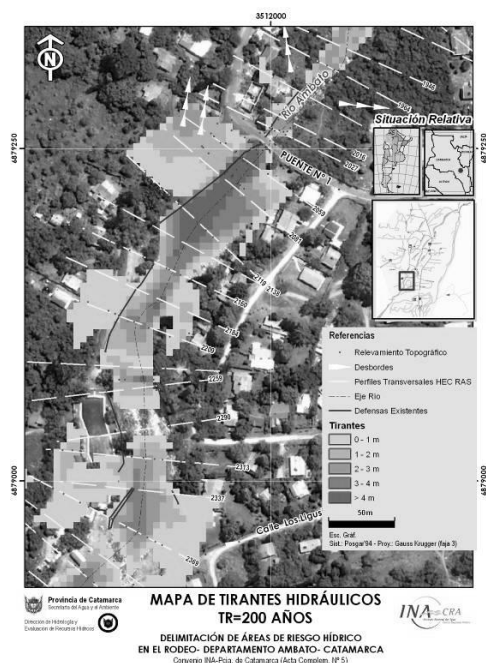


Figura 6. Mapa de tirantes

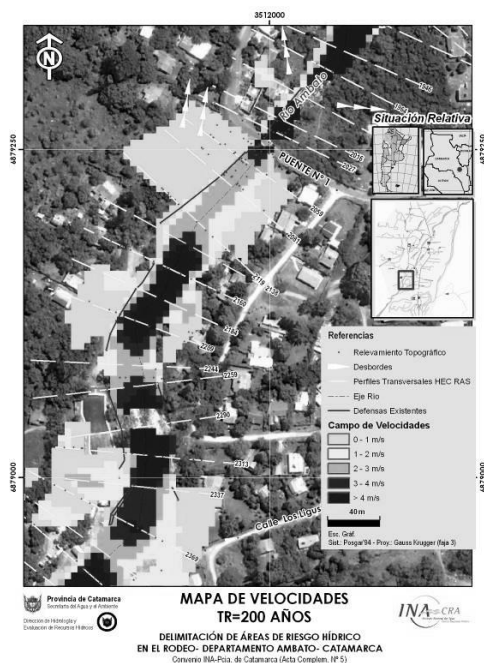


Figura 7. Mapa de velocidades

Al multiplicar por medio de álgebra de mapas: el mapa de daño del elemento (valores de  $V$ ) por el mapa de exposición (valores de  $E$ ) y por las probabilidades de ocurrencia ( $1/TR$ ), este producto arroja un índice de riesgo ( $R$ ) que se encuentra entre 0 y 0,08. (Figura 8) Una vez que se ha asignado el índice de riesgo ( $R$ ) para cada elemento, cada área es clasificada en una de las cuatro clases de riesgo:

R4 (Muy Elevado). Posibles pérdidas de vidas humanas y lesiones graves a las personas, daños graves a los edificios y a la infraestructura, daños al patrimonio ambiental, destrucción de actividades socioeconómicas. (Rango  $>0,03$ ).

R3 (Elevado). Posibles problemas respecto a la seguridad de las personas, daños funcionales a los edificios y a la infraestructura, con consecuente inhabitabilidad de los mismos y la interrupción de las actividades socioeconómicas, daños al patrimonio ambiental. (Rango de 0,01 a 0,03).

R2 (Medio). Posibles daños menores a los edificios, a la infraestructura y al patrimonio ambiental que no perjudican la seguridad de las personas, la inhabitabilidad de los edificios y la funcionalidad de las actividades socioeconómicas. (Rango de 0,002 a 0,01).

R1 (Moderado). Los daños sociales, económicos y al patrimonio ambiental son marginales. (Rango  $< 0,002$ ).



< Figura 8. Mapa de Riesgo Hídrico a Personas

## CONCLUSIONES Y DISCUSION

Este estudio hidrológico-hidráulico para determinar el riesgo hídrico del Río Ambato en la localidad de El Rodeo, fue llevado a cabo utilizando modelación matemática que no pudo ser calibrada ni validada con información histórica, siendo un típico caso de aplicación en cuenca sin datos.

Sin embargo se ha podido sustentar el orden de los valores de los resultados de la modelación matemática en función de “rastros” que ha dejado el funcionamiento hídrico de este sistema:

El material de arrastre de gran calibre que existe en el cauce del río permitió establecer el orden de los caudales

necesarios para poder realizar el traslado de ese material convalidando así el orden de magnitud de los caudales resultantes de la aplicación del modelo ARHymo.

La aplicación del modelo HEC-RAS permitió establecer que para la crecida media (TR= 2 años) no se producían desbordes en el cauce del Río Ambato, lo cual convalida la respuesta geomorfológica del sistema a la acción fluvial de tal crecida, dando validez también a la determinación de la precipitación con tal recurrencia.

Se han recomendado una serie de medidas no-estructurales y estructurales que son congruentes en la mitigación del riesgo hídrico de las cuales son interesantes de resaltar:

- a) Una adecuada planificación del uso del suelo utilizando como base los mapas de riesgo hídrico
- b) La posibilidad de establecer un sistema de alerta hidrológico en la cuenca en base a estaciones pluviográficas de transmisión en tiempo real considerando que el tiempo de concentración de la cuenca es del orden de 50 minutos
- c) La realización de estudios y obras en la alta cuenca del Río Ambato en relación con el transporte de material de arrastre de gran tamaño.

## BIBLIOGRAFIA

- Ayala-Carcedo, F.J., La Ordenación del Territorio en la prevención de catástrofes naturales y tecnológicas, *Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles*, 30, 37-50, 2001
- Barnes, H. H. Jr., Roughness Characteristics Of Natural Channels. *U.S. Geological Survey Water - Supply Paper* 1849, 1977.
- Burgos, V. H., Modelación Hidrológica de Cuencas Piedemontanas. Uso de SIG en Hidrología Superficial, *XX CONAGUA. Mendoza*, 2005.
- Burgos, V. H., Estimación de la distribución espacial del CN en cuencas piedemontanas del Gran Mendoza aplicando técnicas SIG, *en Workshop Int. Aplic. SIG en Hidrología, FICH UNL*, 2008.

- Cabrera, A.L., *Regiones Fitogeográficas Argentinas*. Fasc. 1. Tomo II. Enc. Arg. de Agr. y Jard. Ed. ACME. Buenos Aires, 1976.
- Crichton, D., The risk triangle. In Ingleton J (ed) *Natural disaster management*. Tudor Rose, London, 1999.
- Fornero L.A., A. Pavese, J. Maza & D. Vega, Actualización del Modelo Hidrológico ArHymo. XIX CONAGUA, 2002.
- Gómez, Manuel y Russo, Beniamino. Criterios de riesgo asociados a escorrentía urbana. Jornadas de Ingeniería del Agua, 2009.
- Jarrett, R.D., Hydraulic of high gradient streams. *J. Hydraul. Eng.* 110 (11), (1519–1539), 1984.
- Maza J.A. & V. Burgos, Delimitación de áreas inundables por el Río Blanco en la Av. Los Cóndores, Potrerillos, Mendoza. *INA. IT N° 77 – CRA*, 2006.
- METI/NASA, ASTER Global Digital Elevation Model, 2009.
- Morlans, M., Regiones naturales de Catamarca. Provincias Geológicas y Provincias Fitogeográficas, *Rev. Ciencia y Técnica. UNCa. Secretaría de Investigación. Vol. II. N°2. Año 1*, 1995.
- Ogas, R.R., Estudio de Suelos. Informe Final. Etapa I. Estudios Básicos. Estudio Integral del Sistema Pirquitas y Manejo de la Subcuenca del Río Los Puestos. *Convenio C.F.I. - Pcia. de Catamarca. 120 pp*, 1994.
- Pasotti, P., C. Canoba & O. Albert, Aporte a la geología de las Sierras Pampeanas de la Provincia de Catamarca (Ambato, Gracian, Ancasti) *Public. LIX UNR*, 1973.
- Quiroga, A., R.J. Correa, & P.H. Watkins, Evaluación de la Calidad Forrajera Otoñal del Pasto Punilla en el Pastizal de Neblina de la Cuenca del Río Los Puestos. Depto Ambato. Catamarca. *Rev. Ciencia y Técnica VII(10): 55-62*, 2001.
- U.S. Hydrologic Engineering Center, HEC-RAS River Analysis System. *User's Manual, Version 4.1.0*, 2010.

#### 5.4- HIGH RESOLUTION SATELLITE RADAR INTERFEROMETRY FOR DETECTING AND WARNING OF GROUND AND INFRASTRUCTURE INSTABILITY HAZARDS IN MOUNTAINOUS ENVIRONMENTS

**J. Wasowski (1), F. Bovenga (2), D.O. Nitti (3), R. Nutricato (4)**

(1) CNR-IRPI, Via Amendola 122/D, 70126 Bari, Italy

(2) CNR-ISSIA, Via Amendola 122/D, 70126 Bari, Italy

(3) GAP srl, c/o Politecnico di Bari, Via Amendola 173, 70126 Bari, Italy

The increasing impact of man on the environment and urbanisation of mountainous areas susceptible to natural hazards, coupled with the ongoing climate change/variability will require a shift in the approaches to risk reduction. There is also evidence that socio-economic losses related to natural disasters are increasing throughout the world. Because of the population growth and the continued urbanisation, the prevention efforts and protection of new and existing developed areas via traditional in situ monitoring and engineering stabilisation works may not be considered economically affordable. Furthermore, in many cases ground control systems are installed post-factum and for short term monitoring, and hence their preventive role is limited.

Considering the global dimension of ground instability problems, a more effective approach to associated risk reduction can be through exploitation of new satellite systems, with focus on regular

monitoring, early detection and timely warning. Within this scenario the application of advanced techniques (e.g. Persistent Scatterers Interferometry – PSI) of space-borne synthetic aperture radar differential interferometry (DInSAR) is particularly attractive because of its capability to provide both wide-area ( $>1000 \text{ km}^2$ ) coverage, and precise (mm-cm resolution), spatially dense information (from  $>100$  to  $>1000$  measurement points/ $\text{km}^2$ ) on ground surface displacements.

Furthermore, new application opportunities are emerging thanks to i) the greater data availability offered by recent launches of radar satellites, and ii) the improved capabilities of the new space radar sensors (Italian X-band Cosmo-SkyMed, Canadian C-band RADARSAT-2, German TerraSAR-X) in terms of resolution (from 3 to 1 m) and revisit time (from 11 to 4 days for X-band acquisitions). This in turn implies more and better resolution information about ground surface displacements as well as improved monitoring and ground instability investigation capabilities (e.g. Bovenga et al., 2012).

In this work, examples of PSI applications to slope/ground instability detection and monitoring in different geomorphological and climatic settings are presented to illustrate i) the potential of the technique to provide, under suitable conditions, valuable reconnaissance and site-specific information on slope surface deformations, ii) the challenges in inferring the exact cause(s) of slow displacements (mm-cm/year) commonly registered on radar targets and the risks of misinterpretation; iii) the utility of Google Earth tools for 3D visualization and preliminary analysis of PSI results.

In particular, we focus on the results of PSI applied to investigate slope instabilities in a remote high mountain region of Southern Gansu Province (China), known to be prone to large magnitude (M7-8) earthquakes and catastrophic slope failures. The PSI processing of high resolution COSMO/SkyMed (CSK) satellite images produced spatially dense information (more than  $1000 \text{ PS}/\text{km}^2$ ) on ground surface displacements in the area of Zhouqu, a town located in the Bailong river valley (Fig. 1). A substantial portion of the radar targets showed significant displacements (from few to over  $50 \text{ mm}/\text{yr}$ ), denoting widespread occurrence of slope instabilities. The PSI results provided valuable information especially on the activity of some very large, apparently slow landslides that represent a persistent hazard to the local population and infrastructure. Monitoring movements of large long-lived landslides is important especially when, as in the case of Bailong valley, they are known to undergo periods of increased activity resulting in river damming and disastrous flooding. Given the general lack of monitoring data on large landslides at Zhouqu and on other similar major failures that are common in Southern Gansu, the PSI-derived displacements offer unique information, which, following expert judgment, can be used for preliminary wide-area assessments of hazards linked to landslide activity. Therefore, PSI can represent an attractive option for the reconnaissance-style assessment of slope/landslide processes in remote and poorly known regions at high risk of disastrous failures. Importantly, the PSI also helps in the identification of stable areas, often a difficult task in tectonically active mountain environments.

## ACKNOWLEDGEMENTS

Work supported in part by the Italian Spatial Agency (ASI) - COSMO-SkyMed AO Project ID 1820. COSMO imagery provided by ASI.

## REFERENCES

Bovenga F., Wasowski J., Nitti D.O., Nutricato R., Chiaradia M.T. 2012. Using COSMO/SkyMed X-band and ENVISAT C-band SAR interferometry for landslides analysis. *Remote Sensing of Environment*, 119, 272–285. doi:10.1016/j.rse.2011.12.013

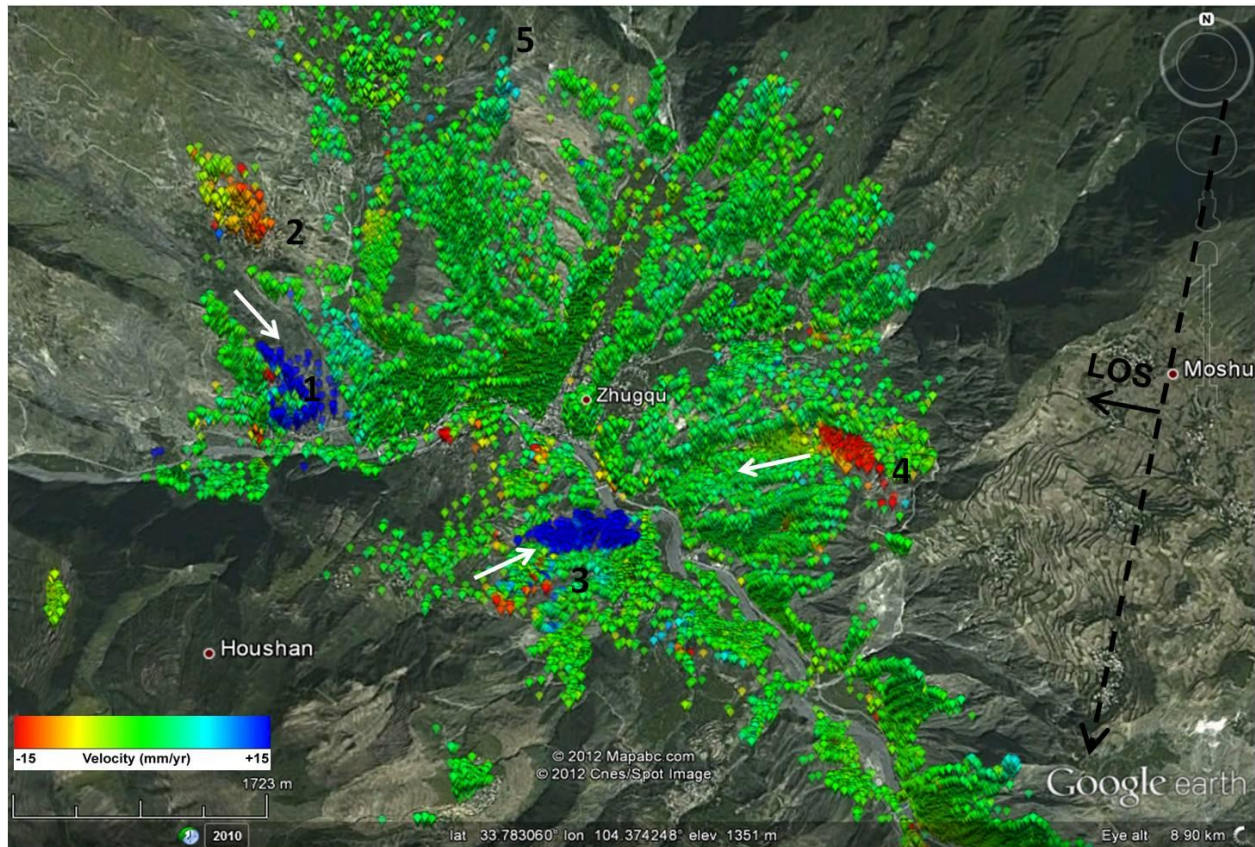


Fig. 1. Distribution and average velocities of persistent radar targets (over 46,000) in the Zhouqu area (Bailong River valley). Velocity values are saturated  $\pm 15$  mm/y and represent ground displacement along the radar satellite Line Of Sight (LOS). Background image is from Google Earth. The average density of PS is high (more than  $1000/\text{km}^2$ ). Red and blue dots indicate, respectively, PS movements away and toward the satellite sensor. Green dots stand for non-moving PS. Large clusters of moving PS correspond to major pre-existing landslides (numbered 1-4), characterized by maximum PS velocities (in LOS) ranging from about 20 to over 50 mm/yr; No 1 = Suoertou landslide; No 2 = slope failure involving the village Zhen Yatou; No 3 = Mundan landslide; No 4 = landslide identified on the basis of PSI results. White arrows indicate directions of landslide movements. Note also the clear evidence of fresh movements (No 5) originating on the ridge top just north of the town of Zhouqu, where PS are notably lacking (likely the effect of coherence loss caused by pronounced ground surface disturbance induced by the occurrence of large down slope movements in loess materials during the radar data acquisition).



**5.5- APLICACIONES DE LOS SIG AL ANÁLISIS Y GESTIÓN DEL RIESGO DE INUNDACIONES.  
ESTUDIO DE CASO: MÁRGENES DEL RÍO DEL VALLE DE SAN FERNANDO DEL VALLE DE CATAMARCA.**

***Pablo Oscar Quiroga, Luis Manuel Vega***

Los Sistemas de Información Geográfica tienen múltiples campos de aplicación en el análisis de las diversas gestiones del riesgo, y a través de ellos se podrán obtener datos de inundaciones de origen fluvial, tema que será abordado desde un punto de vista sistemático y como resultado de la integración de sus tres componentes: localización, amenaza, y vulnerabilidad, los que conforman el triángulo del riesgo.

Se pretende, a través de la aplicación de herramientas específicas como GVSIG, la creación de cartografía de riesgo integrado, combinando datos de precipitación, delimitaciones de áreas inundables, adaptación de medidas de mitigación de carácter predictivo, preventivo y ordenación del territorio, además de valorar en el estudio, el estado actual de los sistemas de aseguramiento y los planes de protección de defensa civil provincial y de emergencias.

Las fuertes crecidas del Río del Valle, afectan numerosas localidades del Valle Central, produciendo daños no solo materiales, sino también ambientales, sociales, ecológicos, ya que logra socavar las bases de lo construido, debido a los reiterados ingresos del agua al territorio, afectando desde viviendas hasta columnas que transportan energía.

**Palabras claves:** Amenaza, Vulnerabilidad, Riesgo, Inundación.



## SIMPOSIO 6 LOS RIESGOS DE DESASTRES Y EL CAMBIO CLIMATICO

### 6.1 - PELIGROSIDAD GEOLÓGICA EN LOS ALREDEDORES DE TREVELIN, PROVINCIA DE CHUBUT.

*Roxana Chavez, Daniela Villegas, Silvia Altobelli*

Dirección de Geología Ambiental y Aplicada, SEGEMAR, J. A. Roca 651, CABA. rchave@mecon.gov.ar

#### INTRODUCCIÓN

En este trabajo se analizan los procesos de peligrosidad geológica en las proximidades de la ciudad de Trevelin, aproximadamente entre los 43° y 43°10' latitud sur y 71°20' y 72° longitud oeste, incluyendo parcialmente el lago Amutui Quimei, espejo de agua correspondiente a la represa hidroeléctrica Futaleufú, las localidades de Trevelin, Aldea Escolar y Los Cipreses y el paso internacional a la localidad chilena Futaleufú a través de la ruta nacional 259.

El paisaje se halla dominado por los procesos glaciario y fluvial, con participación de movimientos en masa asociados a laderas de fuertes pendientes de origen natural o de carácter artificial.

Este estudio es parte del proyecto "Carta de Peligrosidad Trevelin" de la Dirección de Geología Ambiental y Aplicada del Servicio Geológico Minero Argentino.

#### Procesos de peligrosidad

##### Remoción en masa

Se observaron caídas de rocas, caídas de detritos y flujo de detritos en unidades volcánicas y volcanoclásticas correspondientes a la Formación Lago La Plata. Estas rocas poseen alternancia de facies piroclásticas friables, altamente meteorizadas y facies coherentes fuertemente diaclasadas. Las mismas fueron modeladas por la Última Glaciación Patagónica dando lugar a amplios valles y extensas superficies de rocas aborregadas. Como resultado de los procesos criogénicos y de descompresión por deglaciación, estas rocas sufrieron intensa meteorización física que se manifiesta en varios planos de diaclasamiento. La combinación de las características estructurales con pendientes abruptas, naturales o antrópicas, propician los intensos procesos de remoción en masa, detonados por sismos, precipitaciones torrenciales o persistentes y el tránsito vehicular.

En el camino emplazado paralelo al valle del río Futaleufú, que comunica Trevelin con el complejo hidroeléctrico Futaleufú se observaron numerosos eventos de caídas de rocas y de detritos, que alcanzan la ruta 259.

En el tramo de la ruta 259 desde el límite internacional hasta el puente del Arroyo Blanco se reconocieron depósitos de flujos de detritos, con bloques angulosos de 10 a 40 cm de diámetro, con formas poligonales equidimensionales y en menor medida caídas de rocas de dimensiones superiores al metro de diámetro. En este mismo sector, se observa mayor proporción de depósitos de cenizas volcánicas, posteriormente afectadas por pedogénesis dando lugar a suelos con características ándicas. Intercalados con esos niveles edáficos se observan depósitos de flujos de

detritos, que posteriormente con las obras de traza de la ruta se desestabilizaron y se movilizaron como caídas de rocas. Los materiales piroclásticos edafizados (alofanos) desarrollan propiedades tixotrópicas que incrementan la inestabilidad de pendientes ante eventos de precipitaciones intensas y/o movimientos telúricos y vibraciones propias de vehículos.

Como resultado de la erosión fluvial, se observaron deslizamientos rotacionales de unidades sedimentarias moderadamente cohesivas (Formación Ñorquinco), en procesos de retroceso de cabeceras.

### **Inundaciones**

Los sectores más bajos de la zona, ubicados en una extensa planicie glacifluvial, son susceptibles de sufrir inundaciones como consecuencia de crecidas debido a precipitaciones excesivas. Este ambiente de bajos y mallines, está surcado por el río Corintos, que constituye el nivel de base de numerosos cauces que desembocan radialmente. Las causas climáticas y geomorfológicas son potenciadas por endicamientos debidos a obras de infraestructura tales como terraplenes y puentes y la ubicación de barrios en ambientes de planicie aluvial.

Se registraron eventos de inundación en la confluencia del río Blanco con el Futaleufú, en las proximidades de la localidad “Los Cipreses”, donde la traza de la ruta se halla muy próxima al curso fluvial principal.

En el puente de la ruta provincial 17 sobre el río Corintos, escasos Km al sur de Trevelin se hallan registros históricos de inundaciones extensas y duraderas.

En la ciudad de Trevelin ocurren inundaciones recurrentes desde 1891, con registros desde 1939, una de las máximas crecidas del río Percey ocurrió en 1978, con un caudal que alcanzó 470 m<sup>3</sup>/s, valor record que sirvió para diseñar obras de contención. Las mismas se iniciaron en 1995 y sirvieron para paliar otras crecidas graves como las de 1997 y 1999.

### **Otros procesos**

La peligrosidad volcánica se manifiesta como episodios recurrentes de caída de tefras, evidenciadas en perfiles de suelos y registros históricos. Diversos volcanes con actividad en el Holoceno podrían afectar la región por caída de cenizas y sismos asociados. Durante la última erupción del volcán Chaiten, acaecida en mayo de 2008, el volcán chileno ubicado a 100 km de distancia en línea recta de Trevelin, cubrió la zona de cenizas durante varios días, generando problemas principalmente en la actividad agropecuaria. Vinculados a ese evento ocurrieron varios sismos uno con epicentro en el Cordón Leleque, cuya magnitud alcanzó el grado 5 en la escala de Richter a una profundidad de 158 km y otro en la zona de Cholila. Hasta el 24 de Mayo, se produjeron varios sismos, a lo largo de la zona patagónica de las provincias de Río Negro y Chubut, con diferentes intensidades.

En relación a los sismos de origen tectónico la zona se encuentra clasificada por el Instituto Nacional de prevención sísmica (INPRES), como tipo II, de peligrosidad moderada, no obstante se han sentido con intensidad (II a III) los sismos de gran magnitud con epicentros cercanos en el territorio chileno. Los procesos de degradación de suelos son más importantes en la zona de la estepa y están vinculados con el uso del territorio desde el inicio de la ganadería extensiva. En la región de los bosques andinos, los suelos derivados de tefras (Andisoles), en virtud de su textura, características y

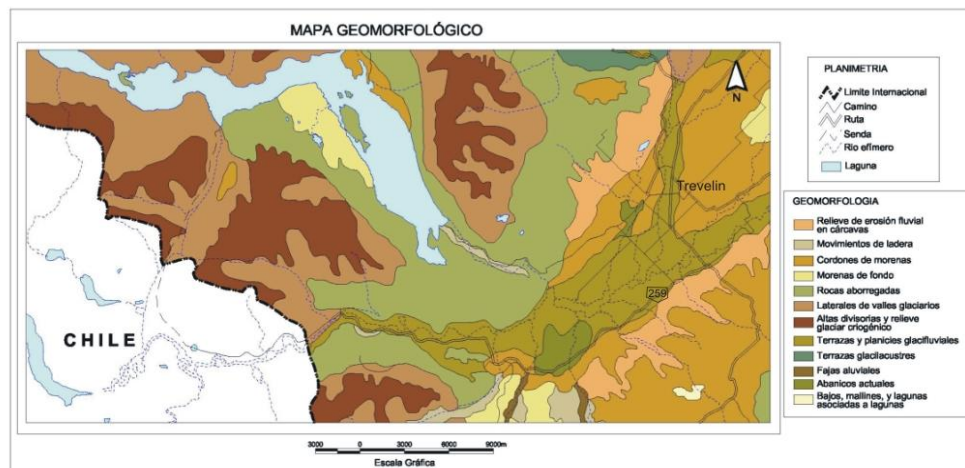
físicas y pendientes, son muy susceptibles a la erosión hídrica cuando se hallan descubiertos de vegetación.

### Conclusiones

Las características litológicas de rocas volcánicas y volcánicas fuertemente meteorizadas como resultado de gelifracción y diaclasamiento postdeglaciación, incrementan la susceptibilidad a los procesos de remoción en masa. Asimismo, el sobreempinamiento de las laderas como resultado de las obras viales, inciden en la probabilidad de remoción en masa de rocas coherentes y de bloques de depósitos morénicos.

Como consecuencia de la verticalización de pendientes, se registraron caídas de rocas de depósitos holocenos de flujos de detritos intercalados con tefras edafizadas (Andisoles). Los efectos de la vibración de los vehículos, el sobre empinamiento de las laderas sumados a las características tixotópicas de los suelos alofánicos propician los movimientos en masa.

Las inundaciones se ubican en la zona de la planicie glacial y resultan de la concentración de agua en una cuenca radial cuyo nivel de base es el río Corintos.



## 6.2- DESARROLLO SOSTENIBLE EN EL CONTEXTO DEL CAMBIO CLIMÁTICO: PROPUESTA INTERDISCIPLINARIA PARA LA EVALUACIÓN DE RIESGOS EN ACTIVIDADES PRODUCTIVAS

**Lic. Rodolfo Moyano, Lic. Eleonora González Porcel, BS Andrea Davis, Tec. Belén Guevara**

rodolfojmoyano@hotmail.com, gp.eleonora@gmail.com, andre.adavis@yahoo.com, belenguevara@gmail.com

### PROBLEMA Y OBJETIVOS

El cambio climático (CC)<sup>21</sup> se configura como realidad y desafío de nuestra época. En este sentido, urge el estudio de la adaptación de las actividades productivas a raíz de las consecuencias visibles y

<sup>21</sup>Terminología tomada de Estrategia Internacional para la Reducción de Desastres de las Naciones Unidas (2009). Terminología sobre Reducción del Riesgo de Desastres. Recuperado de [http://www.unisdr.org/files/7817\\_UNISDRTerminologySpanish.pdf](http://www.unisdr.org/files/7817_UNISDRTerminologySpanish.pdf); y Gobierno de Piura (2006). Aplicación de la Gestión del Riesgo para el Desarrollo Rural Sostenible, Perú: Autor; entre otros documentos de organismos internacionales, regionales y locales.

esperables de este fenómeno. En primer término, porque dichas actividades forman parte de un todo integral y complejo como lo es una sociedad. Y en segundo lugar, porque esta problemática configura escenarios hipotéticos que, en principio, se perciben sumamente intrincados y pesimistas.

Nuestra investigación busca contribuir con resultados significativos para el desarrollo local; para la construcción de políticas sostenibles en el tiempo y sustentables en el concepto tridimensional del término; económica, social y ecológicamente.

A partir de estos objetivos, nos focalizamos en la vitivinicultura como actividad productiva de un peso sustancial en la provincia de Mendoza, especialmente significativo por su incidencia en los aspectos sociales y económicos. Nos preguntamos cuáles son los riesgos para proyectos de inversión vitivinícola presentes y futuros, con el fin de proponer recomendaciones para reducir las vulnerabilidades existentes y realizar aportes en la búsqueda del aumento de la resiliencia de nuestras comunidades.

### HIPÓTESIS Y CASO DE ESTUDIO

En 2009 nace el Programa “Cambio Climático y Vitivinicultura en la Provincia de Mendoza”, materializado en el proyecto inicial: *Cambio Climático y sus impactos en los proyectos de inversión vitivinícola: peligros, vulnerabilidades y riesgos en el Departamento de Junín*<sup>22</sup>. La elección de este primer caso de estudio estuvo fundada en que la vid es el cultivo predominante en el término departamental; su economía se sustenta en la industria vitivinícola, la que provee más del 70% de sus ingresos. Nuestro estudio constituye además, un nexo entre el Plan de Ordenamiento Territorial (2006/2016)<sup>23</sup> y el emprendimiento del gobierno municipal, “Laboratorio de tierra y suelos”.

Si tenemos en cuenta que en el territorio provincial las pérdidas económicas anuales por granizo y heladas son considerables, y las precipitaciones pluviales obran como factor determinante en la producción, el contexto de CC marca serios interrogantes. Tal es el caso de la variabilidad de intensidades y frecuencias de estos eventos y sus posibles consecuencias sobre la actividad en estudio, debido a que no solamente en sus manifestaciones extremas significan un peligro.

Nuestra hipótesis es que debido al CC, tanto los fenómenos hidrometeorológicos extremos de impactos puntuales, como los que operan a través de los ciclos climáticos, afectarán de manera creciente a las bases sociales y económicas del sector vitivinícola y condicionarán el ambiente natural que sostiene la actividad.

### METODOLOGÍA Y RESULTADOS

Nos hemos valido de un instrumento de la Gestión del Riesgo de Desastres: la evaluación del riesgo, paso indispensable para la implementación de toda medida de prevención y adaptación. Esta, a su vez, se subdivide procedimentalmente en la identificación de peligros, el análisis de vulnerabilidades y el cálculo del riesgo.

<sup>22</sup> Proyecto que contó con el aval de OIKOS Red Ambiental y de la Unidad de Historia Ambiental, IANIGLA, CCT-Mendoza, y con el financiamiento de la Universidad de Congreso (Mendoza), la Fundación MAPFRE (España) y la Universidad de Ciencias Empresariales y Sociales (Buenos Aires). En prensa.

<sup>23</sup> Ver: Grey de Cerdan, N. et al. (2005). *Diagnóstico Territorial Rural, Departamento de Junín*. Mendoza: Instituto de Desarrollo Rural, Gobierno de Mendoza.

Para abordar la complejidad que plantea el estudio, enhebramos un trabajo que suma a la disciplina citada, herramientas devenidas de la Climatología Histórica y la Geografía. Desde allí, caracterizamos climáticamente el enclave escogido a lo largo de algo más de una centuria y determinamos, a la luz de la variabilidad que presentan ciertos eventos hidrometeorológicos, los peligros, vulnerabilidades y riesgos. A partir de esto identificamos escenarios esperables, aporte básico para el diseño de nuevas estrategias de adaptación.

### **EL PELIGRO Y LA PERSPECTIVA HISTÓRICA**

Acotado nuestro estudio a los fenómenos hidrometeorológicos del granizo, heladas y precipitaciones pluviales, y entendidos estos como peligros de origen natural a los que está expuesta el área en estudio, acudimos a las técnicas propias de la Climatología Histórica para caracterizarlos<sup>24</sup>. Esto implicó ampliar la perspectiva a la dimensión histórica del peligro, en la que los datos se cruzan y complementan en un sistema de información geográfica. En él se integran además la identificación de otros peligros específicos (por ejemplo el sísmico y el eólico), y la cartografía como herramienta de representación, dándonos por resultado un escenario de los peligros múltiples que pueden afectar la zona y la actividad en estudio.

### **LA VULNERABILIDAD Y LA PERCEPCIÓN**

Partimos de un concepto integral de gestión del riesgo que toma en cuenta, no sólo el aspecto físico de la vulnerabilidad, sino también el social, el económico y el ambiental. Así, por un lado, seleccionamos y analizamos cartografía temática (índice de necesidades básicas insatisfechas, crecimiento poblacional, aptitud para la actividad agrícola, superficie cultivada con vid, entre otras); y conjugamos este análisis con un instrumento de valor estratégico, el mapa de instalaciones críticas (MIC). Por otro, aplicamos la técnica de grupos focales<sup>25</sup> a diferentes grupos de productores vitícolas locales, unos nucleados en entidades intermedias, otros convocados por el Municipio y algunos contactados de manera independiente. En ese marco aplicamos otra técnica, propia de la Geografía de la Percepción y el Comportamiento, que nos permitió, por medio de la identificación de las zonas percibidas por los productores como las más afectadas, expuestas o susceptibles a eventos hidrometeorológicos extremos, y en combinación con el estudio cartográfico previo, un análisis amplio de las vulnerabilidades.

### **RESULTADOS Y APORTES**

El desarrollo del estudio nos permitió obtener conclusiones preliminares que, en conjunto, coadyuvaron a validar la metodología adoptada y conjeturar acerca del comportamiento de la variabilidad climática en relación a la actividad productiva en estudio. Esto, por ejemplo, por medio del desarrollo de una técnica experimental que reveló la importancia de haber trazado el eje transversal del comportamiento climático. Por otro lado, un reciente informe del IPCC<sup>26</sup> aporta

<sup>24</sup> Algunos antecedentes: Neukom, R. et al. (2009). An extended network of documentary data from South America and its potential for quantitative precipitation reconstructions back to the 16 th century. *Geophysical Research Letters*, 36, NOAA; y García Herrera, R. et al. (2007). *A Chronology of Niño Events from Primary Documentary Sources in Northern Perú. 1541/1900*. Madrid, España: Universidad Complutense.

<sup>25</sup> Adaptamos la propuesta de Barsky, A. et al. (2008). Percepción de variabilidad climática, uso de información y estrategias de los agentes frente al riesgo. *Mundo Agrario*, 8 (16).

<sup>26</sup> Intergovernmental Panel on Climate Change (2012). Summary for Policymakers. En Field, C.B. et al. (Eds.), *Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation* (pp. 1-19). Cambridge, UK, and New York, NY, USA: Cambridge University Press.

perspectivas globales para corroborar la importancia de nuestro análisis de la situación local del pasado hasta la fecha, y nos permite inferir tendencias a futuro.

La elaboración del Mapa de Peligros Múltiples, del de Vulnerabilidades y finalmente, el de Riesgos del Departamento de Junín para la actividad vitivinícola, se configura entre otros, como aporte significativo de este trabajo que, en el proceso de transferencia de nuestros resultados, han ratificado su importancia y utilidad.

La conjunción interdisciplinaria que dio paso a este estudio, se encuentra actualmente dedicada a cubrir el resto del oasis este provincial y profundizar así los alcances logrados.

### **6.3- PROPUESTA DE HERRAMIENTA DE GESTIÓN PARA MITIGAR LOS EFECTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO: INUNDACIONES**

***Gloria del C. Plaza<sup>1</sup>***

(1)Facultad de Ingeniería. Universidad Nacional de Salta - CONICET - Avda. Bolivia 5150. CP 4400. Salta. Argentina - gplaza507@gmail.com

#### **RESUMEN**

Los cambios en los regímenes de precipitación han sido identificados como uno de los principales mecanismos a través de los cuales el cambio climático generado por la emisión de gases de efecto invernadero afectaría a la frecuencia, intensidad y magnitud de las inundaciones. Aspectos como los cambios en el uso del suelo, la construcción, el diseño y la operación de las infraestructuras hidráulicas pueden hacer que lluvias intensas se conviertan en inundaciones de mayor o menor magnitud. Invertir en diques, canales y drenajes; cambiar los códigos de construcción, los usos de suelo y la operación de sistemas hídricos; o incluso delimitar las zonas de riesgo comprende medidas a tomar en distintos plazos.

El riesgo de inundaciones supondrá un reto importante para los planes de desarrollo regional así como para las inversiones en infraestructuras de protección. En algunos casos serán necesarias grandes inversiones para poder garantizar un nivel de seguridad.

Se plantea a través de un diagnóstico en la zona norte de Salta Capital una institucionalización de una herramienta de gestión que integra la responsabilidad social para garantizar la reducción de riesgos de desastres en el marco del desarrollo sustentable.

#### **1 INTRODUCCIÓN**

Las inundaciones son unas de las catástrofes naturales que mayor número de víctimas producen en el mundo. Se ha calculado que en el siglo XX unas 3,2 millones de personas han muerto por este motivo, lo que es más de la mitad de los fallecidos por desastres naturales en el mundo en ese periodo. En Argentina, son un grave problema social y económico. En Santiago del Estero hubieron 8000 damnificados por el desborde del Rio Salado en las últimas lluvias del 2011. Asimismo, en Argentina cambiaron las isohietas hacia el oeste según lo informado por Barros, (2006) registrándose un aumento en intensidad y frecuencia de precipitaciones. En el noroeste de



Argentina, superan los 38mm/día (8 mm/día) en verano (invierno) según Robredo (2007). No hay dudas que el riesgo hídrico se intensifica no solo por el impacto global (cambio climático) sino por las transformaciones que se están realizando en nuestro territorio. Asimismo, existe una variabilidad climática de origen natural por lo que, en el marco del principio preventivo y precautorio es inminente implementar medidas para mitigar los efectos actuales y futuros.

Los riesgos ocasionados por peligros naturales afectan negativamente el capital productivo (producción agrícola, existencias, instalaciones industriales), la infraestructura económica (puentes, carreteras, energía), la infraestructura social (vivienda, servicios básicos como salud, educación, agua potable); lo cual tiene un impacto negativo en las condiciones y calidad de vida de la población, no sólo en el corto plazo sino también en el mediano y largo plazo, en términos del crecimiento económico.

El Estado, provincial o municipal, es objetivamente responsable cuando por su omisión se produzcan daños o pudieran derivarse una situación de peligro, perturbación, amenaza o restricción del derecho de los ciudadanos a gozar de un ambiente sano y equilibrado (art. 41 y 43 C.N.; art. 13 Ley 7070).

La Planificación Urbana es un Instrumento que forma parte de la Política del Estado sobre el Desarrollo sustentable, que involucra decisiones que son producto de un proceso técnico administrativo orientado a la regulación y promoción de la localización y desarrollo de los asentamientos humanos, de las actividades económicas, sociales y del desarrollo físico espacial, sobre la base de criterios ambientales, económicos, socioculturales, institucionales y geopolíticos, a fin de hacer posible el desarrollo integral de la persona como garantía de una adecuada calidad de vida según Analía ANTIK (2010).

No hay Planeamiento Urbano si el mismo no tiene como objetivo lograr una mejor calidad de vida. La Planificación urbana tiene por objetivo evitar o superar el desorden con que se desarrolló una ciudad como consecuencia de las acciones individuales y tienden a mejorar la calidad de vida mejorando la calidad de ocupación del suelo.

En ese sentido, es necesario que en la planificación de las políticas públicas, y en particular, en las inversiones realizadas con recursos públicos, se incorpore el Análisis de Riesgo, para contribuir a la sostenibilidad de las inversiones realizadas tanto en medidas estructurales como no estructurales. Un estudio de zonificación del riesgo en una cuenca urbana se constituye como uno de los factores determinantes de su ordenamiento, ya que condiciona el uso del suelo y el crecimiento urbanístico, tal como lo menciona Bertoni (2006).

## **2 RIESGO HÍDRICO EN UN BARRIO RESIDENCIAL DE SALTA**

El exceso de precipitación, por los temporales de lluvias comprende el origen principal de esta contingencia, las inundaciones. Cuando el terreno no puede absorber o almacenar el total del agua precipitada, se produce escorrentías y sube el nivel de aguas invadiendo la infraestructura urbana con los consiguientes daños. El riesgo de perder la vida y de daños personales es muy alto para los habitantes de esos lugares.

La situación de inundaciones se vino agravando en los últimos períodos de lluvias, tal es el caso de la zona norte de la ciudad de Salta (Tres Cerritos, Salta Capital), originando daños tanto a la

infraestructura vial, como a viviendas y edificaciones que se encuentran expuestas a este tipo de fenómeno natural como así también medios de transporte que se encuentran en la zona (Foto1).



Calles internas nivel de primera rotonda del Barrio Tires Cerritos, Salta. Espacio verde

El proyecto de obra de un canal con una longitud total de 2.600 metros, busca solucionar el problema de inundaciones que se agravó con el incremento de los volúmenes de escurrimiento superficial por el desarrollo urbano.

### 3 DIAGNÓSTICO DE LA REGION

La ciudad de Salta, en los últimos 20 años ha experimentado el mayor crecimiento demográfico del país llegando a crecer un 44 % según datos oficiales del Censo (2010). Esta fuente oficial afirma que en Salta hay un promedio de 3,7 hab./casa muy por arriba del promedio nacional 2,5 hab/casa. Esta crisis genera una fuerte demanda del suelo para la construcción de viviendas. El Barrio Tres Cerritos por su ubicación estratégica fue centro de esta expansión con el consiguiente impacto de aumento del escurrimiento en épocas de lluvias. Así, en varios sectores residenciales del barrio Tres Cerritos las intensas precipitaciones dieron lugar a inundaciones con los consiguientes daños materiales importantes en las viviendas anegadas de agua y barro. Dichas viviendas se encontraban dotadas de compuertas. La intervención en los cerros aledaños, también por la expansión en viviendas, provoca deslizamientos.

Los sistemas de suministro de agua potable, disposición de aguas servidas, drenaje pluvial y disposición en domicilio de residuos sólidos resultaron ampliamente afectados por las crecidas, inundaciones. Se observó afloramiento de aguas negras en la zona urbanizada, con el consiguiente peligro para la salud de los habitantes.

El sector de transporte y comunicaciones resultó ser afectado por el desastre. Asimismo, daños de importancia se produjeron en la red vial. Los daños en este sector pusieron de manifiesto la vulnerabilidad del sector, al cortarse el acceso Norte que desempeña una función integradora con el territorio nacional, como el flujo vehicular entre Salta Capital y Tucumán y Jujuy, Orán, Tartagal y ciudades intermedias.

Las principales actividades en Tres Cerritos vinculadas a la gastronomía, comercio y turismo también se vieron afectadas por el constante problema hídrico dando lugar a un importante impacto económico.

En el diagrama de la figura 1 la caracterización del evento meteorológico y su impacto en la zona. En tabla 1 se muestra la clasificación de los impactos ambientales según el tipo de daño y los correspondientes servicios ambientales considerados.

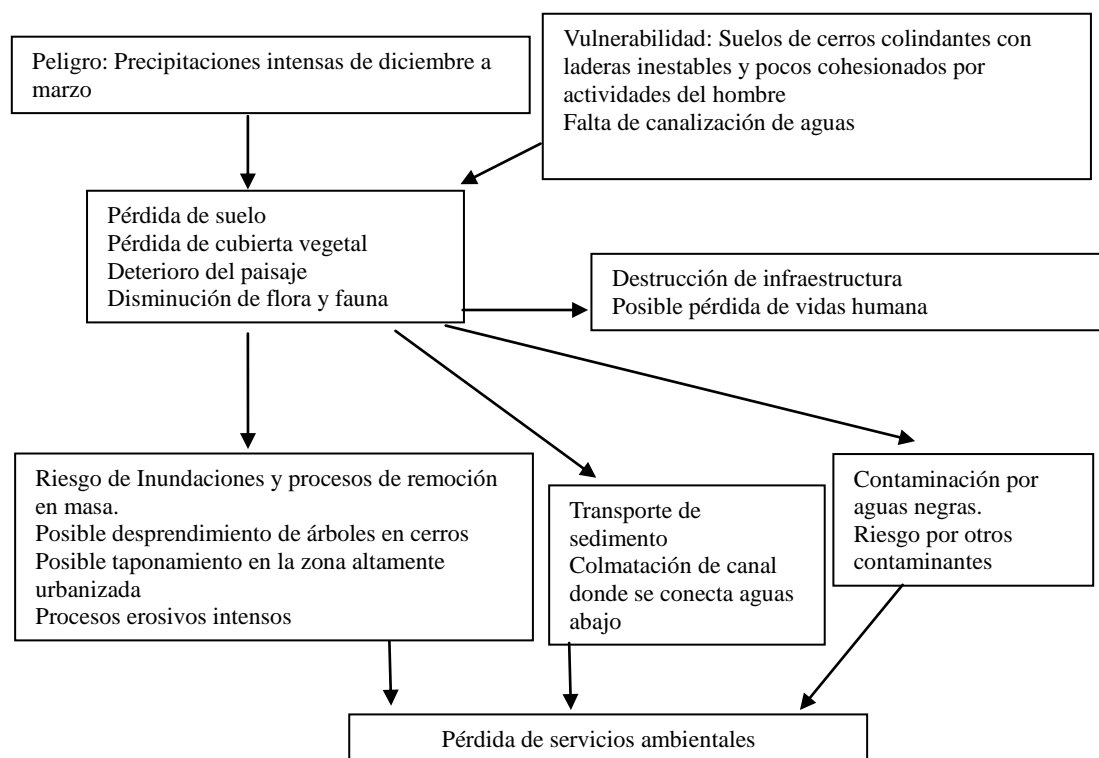


Figura 1: Caracterización del evento meteorológico y su impacto en la zona.

Daño	Descripción	Servicio ambiental considerado
Directo	Pérdida de cubierta vegetal en cerros aledaños no recuperables o con período de recuperación natural superior a 15 años	Fijación de Carbono Protección de ecosistema
Indirecto	Infraestructura aledaña y espacios verde recreativos Pérdida de cubierta vegetal en cerros aledaños no recuperados o con período de recupero natural inferior a 15 años	Protección de seguridad humana Recreación Protección de biodiversidad

Tabla 1: Clasificación de impactos ambientales según el tipo de daño, servicios ambientales

#### 4 MEDIDAS PREVENTIVAS Y RESTAURATIVAS A CORTO Y LARGO PLAZO.

##### 4.1 Medida tecnológica a largo plazo: Canal de Los Manzanos:

Esta obra busca solucionar un antiguo problema que afecta a una zona de Tres Cerritos que se inunda por la falta de desagües pluviales y que se agravó con la pavimentación de varias calles aledañas y emplazadas en un nivel superior altimétrico, con lo cual el agua no se infiltra fácilmente, incrementando los volúmenes de escurrimiento superficial. Con una longitud total de 2.600 metros, tiene proyectado un colector principal en la intersección de Los Álamos y Los Pensamientos, con una traza que va por Los Manzanos, Los Nogales, avenida Reyes Católicos y desemboca en el canal Este, en plazoleta Isabel la Católica, totalmente tapado y apto para soportar el tránsito. A lo largo de

la traza del colector principal están previstas las bocas de tormenta para captar las aguas que escurren superficialmente. Como obras complementarias al colector principal se incluyen bocas de registro, canales secundarios, enripiado de calles, construcción de cordones cuneta, bocas de tormenta y rejas de captación. Los trabajos tienen un costo estimado de 35 millones de pesos.

#### **4.2 Medida parcial a corto plazo: Canalización primera etapa aguas abajo**

Se propone una canalización aguas abajo. Dicha obra tendría una extensión de 200 m aproximadamente, entre el canal transversal ubicado entre las calles Los Robles y Las Acacias y la desembocadura en el Canal Este (existente). La obra permitiría evitar la divagación de circulación de aguas en la rotonda que restringe el normal escurrimiento. El desagüe rápido de aguas hacia el Canal Este, implica evitar la acumulación de aguas en momento de alta intensidad de precipitaciones. Se propone asimismo una corrección de la sección relativamente pequeña en los imbornales de acceso. La canalización del sector permitirá aliviar todos los puntos de riesgo de inundación determinados aguas arriba. El canal propuesto de aproximadamente 200 m (en el mapa de blanco) debería tener una sección similar a la del canal de desembocadura.



Figura 2: Zona de riesgo hídrico. En negro circulación normal de aguas. En blanco canalización propuesta para evitar el meandro.

#### **4.3 Medidas tecnológicas complementarias:**

Con el fin de conducir las aguas de lluvia adecuadamente y propiciar una mayor infiltración se analizan soluciones tecnológicas complementarias. Se puede plantear en el sector propuesto una canalización con conductos de sección apropiada enterrados. Esta solución de drenaje permite mantener la superficie para el uso original.

Asimismo, en la cuenca superior hasta llegar al canal cubierto de los Manzanos, se puede desarrollar acequias abiertas que proveen agua al desarrollo de arbolado público de orillas de veredas. Los arboles propician la infiltración en el terreno disminuyendo el escurrimiento. De esta

manera, el mayor arbolado urbano permite una medida de mitigación al cambio climático por efecto de sumidero del carbono equivalente.

La instalación de infraestructura que permita acumular aguas para riego constituye una medida para mitigar la problemática hídrica en la región. Se debe ubicar el receptor de aguas en la parte más deprimida de un espacio verde.

Asimismo, es importante implementar una campaña de difusión y/o incentivos, para aprovechar las aguas de lluvias en las viviendas de Tres Cerritos que poseen características adecuadas para la medida propuesta. Se debe propiciar la instalación de infraestructuras para la recogida de agua de lluvia manejando el escurrimiento de techos hacia un contenedor. El agua recogida se puede utilizar para regar el cultivo de frutas y verduras, césped y flores que de otra forma requieren de riego mediante suministros internos. El agua de lluvia es un recurso renovable que no requiere energía para extraerla, por lo que su uso también reduce las emisiones y la contaminación.

Son medidas preventivas los sistemas de monitoreo climatológico, pluviógrafos telemáticos localizados en la alta cuenca como así también los sistema de alarmas. Es importante contar con un sistema de lluvias separado del cloacal.

#### **4.4 Medidas restaurativas:**

Es imperioso y a corto plazo desarrollar medidas de reforestación y otras medidas vegetativas en laderas de cerros aledaños. También pueden plantearse otras medidas de estabilización de derrumbes y conservación de suelo.

### **5 RIESGO, PREEMERGENCIA, EMERGENCIA Y POST EMERGENCIA: FONDO AMBIENTAL MUNICIPAL**

La región tiene riesgos potenciales por eventos extremos no sólo inundaciones sino también sismos, cenizas de volcanes, granizo, epidemias, etc. La comunidad necesita un sistema organizado y solidario preparado para atender los riesgos con claro conocimiento de vulnerabilidad regional, desarrollando planes estratégicos de preemergencia, emergencia y post emergencia. Se propone la creación del Fondo Ambiental Municipal (FONAM) que constituye una herramienta de Responsabilidad Social para atender el daño colectivo que afecta a la población más vulnerable de la región en oportunidad de eventos extremos. Con el FONAM se podría encarar las obras propuestas en forma parcial o total garantizando la calidad de vida colectiva. La obra ejecutada, permite reducir la vulnerabilidad y la misma representaría una acción de adaptación frente al cambio climático.

El FONAM se debe sustentar en el “valor de solidaridad” de los nuevos derechos de 3ra. Generación, en protección de los intereses difusos y colectivos, que consistiría en financiar las acciones de prevención y mitigación de las enfermedades y accidentes de toda la población, ocasionadas por las externalidades negativas de las actividades y naturales (ej. catástrofes por cambio climático) con relevantes impactos ambientales y sociales.

#### **5.1 Cambio climático y salud: FONAM**

El cambio climático aumentará los peligros para la salud humana, sobre todo en las poblaciones de menores ingresos "El cambio climático puede afectar a la salud de manera directa (consecuencias de temperaturas demasiado altas o bajas, pérdida de vidas y lesiones en inundaciones y tormentas) e indirecta, alterando el alcance de los vectores de enfermedades, como los mosquitos, y de los

patógenos transmitidos por el agua, así como la calidad del agua, la calidad del aire, y la calidad y disponibilidad de los alimentos. En términos generales, un cambio de las condiciones climáticas puede tener tres tipos de repercusiones en la salud:

- Repercusiones más o menos directas, causadas en general por fenómenos meteorológicos extremos. El FONAM puede actuar con obras de adaptación.
- Consecuencias para la salud de diversos procesos de cambio ambiental y perturbación ecológica resultantes del cambio climático. El FONAM actuaría con la provisión de un sistema de georeferenciación del riesgo para adoptar medidas preventivas.
- Diversas consecuencias para la salud (traumáticas, infecciosas, nutricionales, psicológicas y de otro tipo) que se producen en poblaciones desmoralizadas y desplazadas a raíz de perturbaciones económicas, degradaciones ambientales y situaciones conflictivas originadas por el cambio climático. El FONAM gestionaría el apoyo necesario en forma interinstitucional.

## 6 CONCLUSIONES

El constante aumento de la temperatura terrestre está provocando serias alteraciones en el clima. El ciclo del agua se altera y aparecen las inundaciones con mayor frecuencia pero, sobre todo, con una virulencia nunca vista por lo que amerita medidas preventivas y correctivas.

Para ejecutar eficientemente la propuesta implica un plan de educación ambiental para el ordenamiento territorial.

La organización de un Fondo Ambiental Municipal es importante para atender las catástrofes tales como las inundaciones.

## 7 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Antik Analia, El Derecho Urbanístico como instrumento de inclusión social, (2010).
- Barros Vicente, Cambio climático en Argentina CIMA (UBA-CONICET) ASADES 24 de Octubre 2006.
- Bertoni, J. "Necesidad de una gestión integrada de inundaciones urbanas en América Latina: casos en Argentina, El Salvador y Nicaragua", Comité Permanente de los Congresos Nacionales del Agua, Universidad de Córdoba, Argentina, Ponencia en el IV Foro Mundial del Agua México, 2006.
- Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas de Argentina (2010).
- Robledo Federico A. y Olga C. Penalba . Análisis estacional de la frecuencia diaria y la intensidad de los extremos de precipitación sobre el sudeste de Sudamérica, vol 32, 2007.

### 6.4- HOJA DE PELIGROSIDAD GEOLÓGICA - VILLA DOLORES

**Tejedo Alejandra<sup>1</sup> y Moreno Rodolfo Santiago<sup>2</sup>**

1: Servicio Geológico Minero Argentino, J. A. Roca 651. CABA. 2: Agencia Cordoba Cultura SE- Museo Provincial de Ciencias Naturales Dr Arturo U Illia

#### Objetivos

Los objetivos generales de las Cartas de Peligrosidad Geológica son (Tejedo, 2009):

- 1) Definir zonas en las cuales se precise el grado de peligrosidad (alto, medio y bajo).
- 2) Esta valoración está directamente relacionada con los procesos naturales y con la actividad humana.

- 3) Adquirir un mayor conocimiento de los procesos naturales, actuales y potenciales, en su relación con la actividad antrópica.
- 4) Confeccionar un documento de fácil lectura que permita orientar a las autoridades pertinentes en la toma de decisiones.
- 5) Generar una base de datos que contribuya al inventario nacional de peligros y riesgos geológicos de la Argentina.

### **Ubicación del área**

El área de estudio está ubicada en el ámbito de las Sierras Pampeanas Orientales, abarca oeste de la provincia de Córdoba, sureste de La Rioja y noreste de San Luis entre los paralelos de 31º y 32º de latitud sur y los meridianos de 64º 30 y 66º de longitud oeste. Incluye a las Sierras Chica de Córdoba, parte de la pampa de Olaen, las Sierras Grandes y las sierras de Guasapampa-Pocho. El pico más elevado del área es el cerro Champaquí, con 2790 metros.

### **Peligros Geológicos**

Uno de los principales peligros relevados son las inundaciones debido a que, en general, la red hidrológica presenta una pendiente alta y corta longitud. Los ríos son torrenciales con crecidas intensas e instantáneas y este proceso merece una atención particular en zonas densamente habitadas. De acuerdo al INA, en los últimos años en las Sierras de Córdoba, crecientes extremas afectaron a las poblaciones de San Carlos Minas (1992), Villa de Soto (1992), Villa General Belgrano (1992), Mina Clavero (1993), Nono (1993) y Salsacate (1997). Las tormentas convectivas, con precipitaciones de más de 250 mm en un corto período de tiempo, es el principal desencadenante. Las precipitaciones, entre otros efectos, originan una intensa erosión hídrica con la formación de cárcavas.

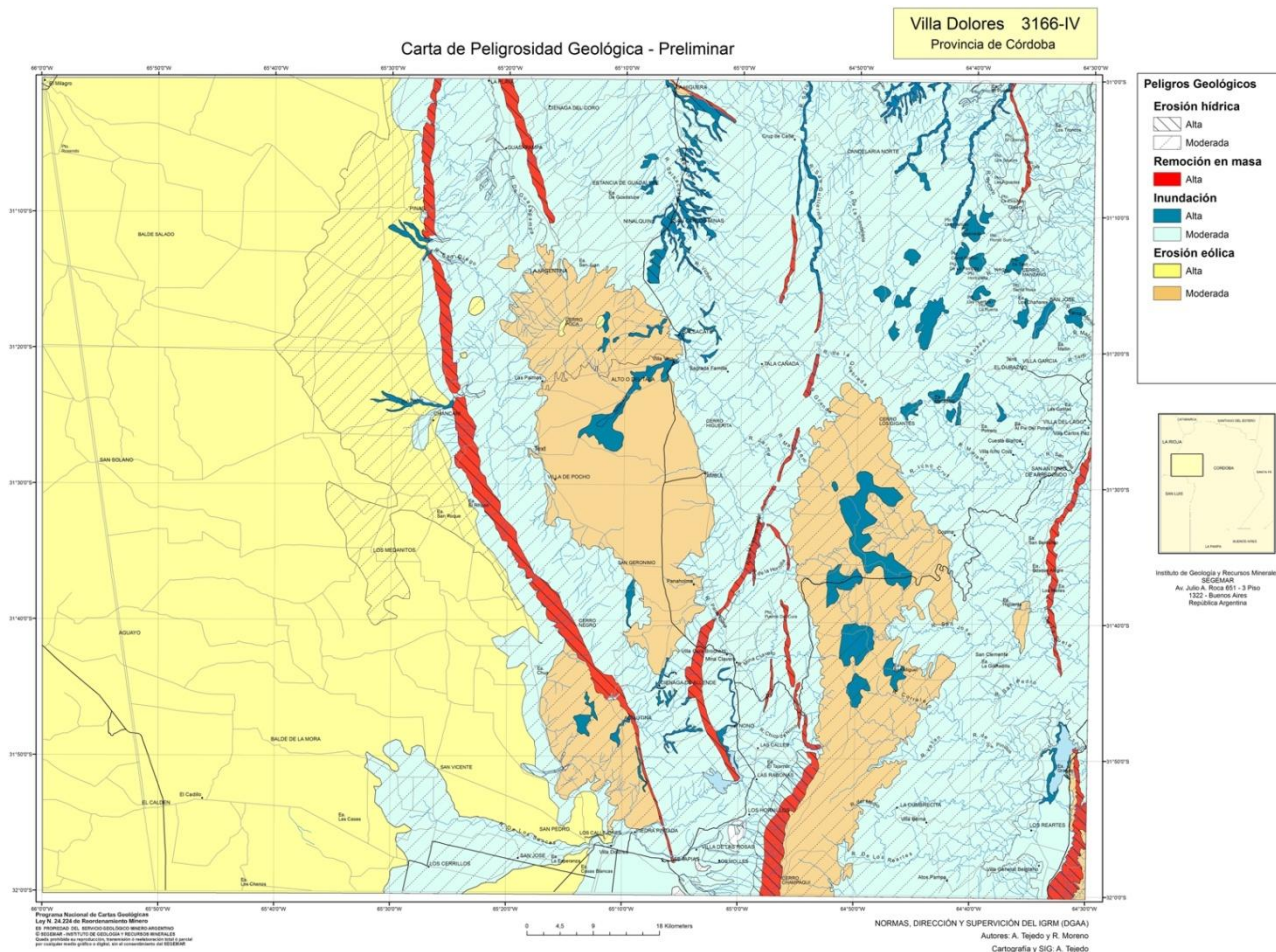
Otros riesgos evidenciados en el relevamiento son los movimientos de ladera, en las áreas de alta pendiente, especialmente en donde las rocas se encuentran trituradas por las fallas, se desarrollan caída de detritos y en los afloramientos graníticos caída de bloques debido al alto diaclasamiento de las rocas.

Por encima de los 2000 metros se observan procesos de congelamiento y descongelamiento estacional, como geliflujión, soliflujión. En algunas de las “pampas bajas” se desarrolla licuefacción y en los alrededores de Los Cerrillos problemas de subsidencia como consecuencia de la erosión hídrica.

En general toda el área está afectada por erosión eólica pero las geoformas más características se observan al oeste de la provincia de Córdoba y este de la provincia de La Rioja y provincia de San Luis.

### **Referencias**

- Instituto Nacional del Agua. Ejemplo de Evaluación Geomorfológica de la amenaza por crecientes repentinas: Predicciones de los efectos de la creciente histórica que afectó a la ciudad de Mina Clavero el 10 de diciembre de 1993. <http://www.ina.gov.ar/cirsa/index.php?cirsa=18>.
- Tejedo A., 2009. Carta de Peligrosidad Geológica 4372-II. Esquel. Provincia de Chubut. Programa Nacional de Cartas Geológicas y Temáticas. Boletín nº 331. SEGEMAR. Buenos Aires.



**6.5.- CAMBIO CLIMÁTICO Y EVOLUCIÓN HIDROGEOQUÍMICA DE LA CUENCA DEL RIO ANDALGALÁ. PROV. DE CATAMARCA. REP. ARGENTINA**

**Jorge E. Eremchuk<sup>1</sup> & Miriam Y. Cisternas<sup>2</sup>**

(1) Facultad de Tecnología y Ciencias Aplicadas, Universidad Nacional de Catamarca. unlar@gmail.com

(2) Facultad de Tecnología y Ciencias Aplicadas, Universidad Nacional de Catamarca. mciste@hotmail.com

**RESUMEN**

La cuenca del río Andalgalá, objeto de estudio del presente trabajo, se ubica al SO de la sierra de Aconquija, en el Dpto. Andalgalá, provincia de Catamarca, en el NO argentino.

Mediante el análisis integral de información climática, geológica e hidroquímica de la cuenca y de los pronósticos de cambio climático global y regional, se plantean dos escenarios potenciales de oscilación climática y sus consecuencias sobre la evolución de procesos hidroquímicos y morfodinámicos.



Es probable que la temperatura de la región, se incremente hacia fines del siglo, especialmente por encima de los 3000 m s.n.m. Si bien los registros locales indican un leve aumento en los volúmenes pluviométricos, la ubicación de la cuenca en una zona limítrofe entre las circulaciones atmosféricas del Atlántico y Pacífico Sur, presenta incertidumbres sobre las condiciones pluviométricas que prevalecerán en la cuenca.

En los dos escenarios de oscilación climática planteados para la cuenca del río Andalgalá, se podrían generar variaciones en la calidad del agua y caudales, el deterioro de las mesoformas del ambiente periglacial de las subcuenas imbríferas y la amenaza de crecidas y aluviones que afectarán la cuenca inferior del río, sobre la localidad urbana-rural de la localidad de Andalgalá.

## 1 INTRODUCCIÓN

La cuenca del río Andalgalá se localiza al SO de la sierra del Aconquija (localmente denominadas de Capillitas) pertenece al sistema orográfico de Sierras Pampeanas, en el NO argentino.

El río Andalgalá es un sistema de drenaje de torrentes de montaña, de régimen permanente, ubicado en el Dpto. homónimo, en el sector oeste de la provincia de Catamarca. Drena una cuenca imbrífera de 211 Km<sup>2</sup> y descarga sus aguas en el extremo norte del Salar de Pipanaco formando un gran cono de deyección donde se asienta la cabecera departamental, la ciudad de Andalgalá, que constituye una de las principales poblaciones del interior provincial (Ver Fig. 1). Dista 235 Km de la ciudad Capital de la provincia. Se puede acceder a través de rutas asfaltadas en buen estado de conservación.

Dos yacimientos minerales de tipo sulfuros, se ubican en la cuenca superior: Agua Rica y Filo Colorado. Ambos yacimientos han sido objeto de exploración minera por parte de empresas privadas, siendo factible la puesta en marcha del proyecto Agua Rica, en un futuro cercano. La interacción de la mineralogía de estos yacimientos de tipo metalífero con los agentes morfogenéticos, generan fenómenos naturales de drenaje ácido de roca y aguas de características ácidas que son en gran parte neutralizadas al mezclarse con los afluentes alcalinos de mayor caudal que aportan al río Andalgalá.

El presente trabajo caracteriza la cuenca a partir de sus aspectos climáticos, geológicos e hidroquímicos, analiza su evolución sobre la base de diferentes modelos del cambio climático global planteado por diferentes autores para la región y estima dos probables escenarios de evolución climática de la cuenca y sus principales consecuencias sobre los procesos erosivos y calidad de agua del río Andalgalá.



Figura 1: Ubicación de la cuenca del río Andalgalá, en el contexto provincial y provincial

## 2 MATERIALES Y METODOS

La metodología de trabajo incluyó la recopilación, análisis y procesamiento de información geológica, geomorfológica, climática e hidroquímica de la zona de estudio, como así también la referente a cambio climático de la región. Sobre la base de la carta satelital IGM 2767-III, con el apoyo de imágenes de Google Earth y trabajo de campo, se generó cartografía geológica, a escala 1:50.000 con especial énfasis en la delimitación de unidades sedimentarias susceptibles de erosión, usando el software MapInfo versión 10.5. La escala de la cartografía se ha reducido a 1:150.000 para la presentación en el presente trabajo.

Los datos hidroquímicos fueron obtenidos a partir de Cisternas et al (2008) y Cisternas (2010) que caracterizó la cuenca sobre la base de registros del periodo 1997-2007. También se obtuvieron datos climáticos para el periodo 1901-1960 y de Acha (2011), para el periodo 1996-2008.

## 3 CARACTERISTICAS DE LA CUENCA

### 3.1 Aspectos geológicos

La zona de estudio se ubica en el ámbito morfoestructural de Sierras Pampeanas Noroccidentales. Desde el punto de vista estructural, este sistema serrano está formado por bloques asimétricos de rumbo NNE – SSO, elevados por la tectónica andina, limitados por fracturas inversas, de alto ángulo, que se horizontalizan en profundidad, provocando su vuelco hacia el oeste (González Bonorino, 1950).

La estratigrafía de la zona se describe siguiendo básicamente a González Bonorino, op. cit. (ver Fig. 2). Las rocas más antiguas están representadas por metamorfitas de tipo esquistos verdes (filitas, micacitas), de edad Proterozoico Superior – Cámbrico, las cuales afloran en las nacientes de los ríos Minas, Candado y Blanco. Este basamento antiguo ha sido intruido, por rocas de composición sienodiorita – sienogranito durante el Ordovícico – Silúrico.

En el Terciario Superior (Mioceno) se produce la depositación de sedimentos continentales entre los que se intercalan eventos volcánicos que han originado los depósitos mineralizados existentes en la zona.

En la cuenca superior del área de estudio, existen depósitos originados por procesos glaciarios de montaña, que se habrían producido en el Pleistoceno superior- Holoceno (Aceñolaza y Toselli, 1981), en tanto en la cuenca media existen depósitos glacio-fluviales, producto del retransporte por acción de las aguas corrientes.

Banching, 2009 reconoce en el sector oriental de la cuenca del río Andalgalá, depósitos de avalancha, constituidos por fragmentos de rocas graníticas, producidos por actividad sísmica.

Los depósitos más modernos, corresponden a sedimentos fluviales y aluviales originados por procesos erosivos que han afectado a las secuencias litológicas antes mencionadas y que han rellenado las áreas más deprimidas.

La mineralización de los yacimientos Agua Rica y Filo Colorado está asociada a procesos de alteración hidrotermal que afectaron a pórfidos dacíticos – andesíticos y a brechas. La presencia de sulfuros (pirita, calcosina, covelina, molibdenita, entre otros), expuestos a la acción del agua y el

oxígeno, determina la potencialidad de estos materiales de generar drenaje ácido de rocas, tal cual lo demuestran las aguas ácidas de los arroyos Minas y Filo Colorado.

### 3.2 Aspectos climáticos

La sierra de Aconquija es un cordón montañoso, con orientación aproximada NNO- SSE y alturas máximas que superan los 5.000 m de altura. Representa una barrera orográfica a los vientos húmedos provenientes del este, originando laderas orientales húmedas y occidentales caracterizadas por condiciones de semiaridez. Acha, op. cit. realizó la caracterización climática de la cuenca sobre la base de registros meteorológicos para el periodo 1996-2008, obtenidos a partir de las estaciones meteorológicas Minas y Andalgalá que posee la empresa Minera Agua Rica. Una estación climatológica perteneciente al Servicio Meteorológico Nacional funcionó en la localidad de la Aguada, (27º 36' latitud sur y 66º 20' longitud oeste, a 930 m.s.n.m.) cercana a la ciudad de Andalgalá, en el periodo 1901-1960 (Cisternas, op. cit).

De la integración y análisis de los registros consultados a partir de estas dos fuentes de información se concluye que en la zona de Andalgalá, la precipitación anual es de 346,5 mm. Enero constituye el mes más lluvioso (media mensual de 94,8 mm), seguido por febrero y marzo. Junio, julio, agosto y septiembre son los meses con menor precipitación.

La comparación de los datos promedios mensuales, correspondientes a ambos periodos permite inferir un incremento medio anual del 30% en las precipitaciones para el ciclo 1996-08.

Todos los meses, excepto agosto, evidencian este incremento marcado, siendo mayo y junio los meses que muestran los mayores porcentajes.

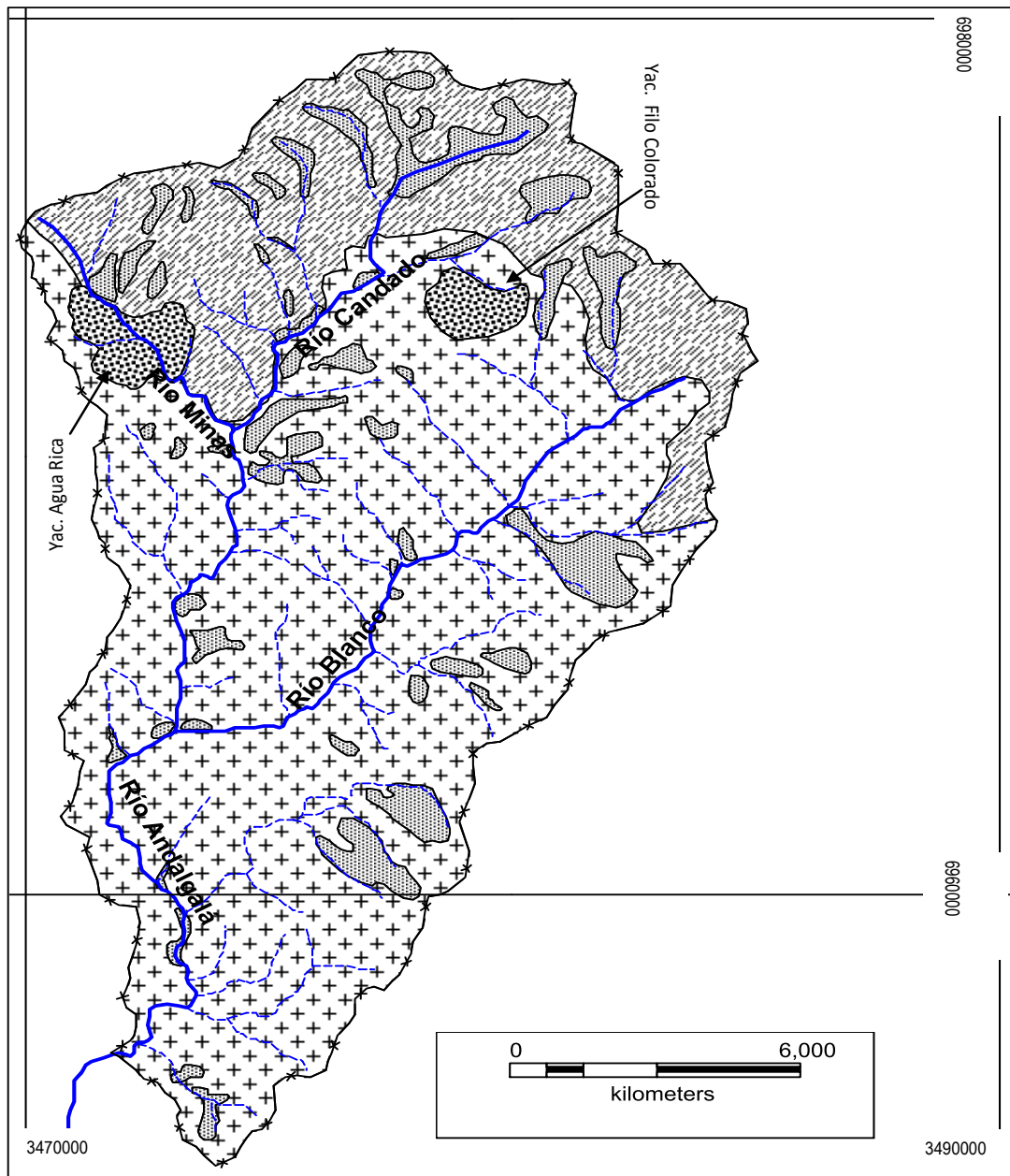
Para el periodo 1901-1960, junio y julio fueron los meses más secos, en tanto que el periodo 1996-2008, correspondieron a agosto y septiembre (ver Fig. 3), lo que indicaría una migración del periodo de mayor sequedad hacia el límite invierno- primavera.

En la estación Minas, la precipitación anual es de 482,40 mm, un % mayor que en la localidad de Andalgalá. El mes más lluvioso es enero con un promedio mensual de 147,97, en tanto el mes con menor precipitación es junio con valores de 1,59 mm (ver Fig. 3).

En la estación Andalgalá, la temperatura media anual, calculada en base a todos los registros disponibles, es de 18,70°C. Las temperaturas más altas se dan en los meses de diciembre y enero y las más bajas en junio - julio. El análisis de los registros disponibles, de forma separada, permite evidenciar un incremento de las temperaturas medias mensuales en el tiempo, como así también un fuerte aumento de la amplitud térmica, lo que implica temperaturas mínimas más bajas y máximas más elevadas (ver Fig. 4).

En la zona de Minas, la temperatura media anual oscila entre 8 y 11 °C. Enero es el mes de mayor temperatura (13,5° C) y julio es el mes de temperaturas más bajas (8,03°C) (ver Fig. 5).

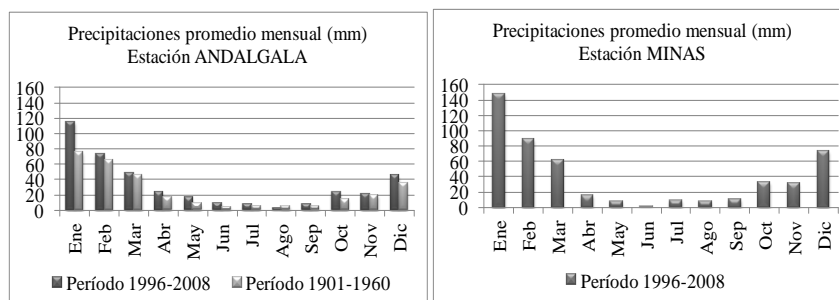
Figura 2: Carta geológica de la cuenca del río Andalgala



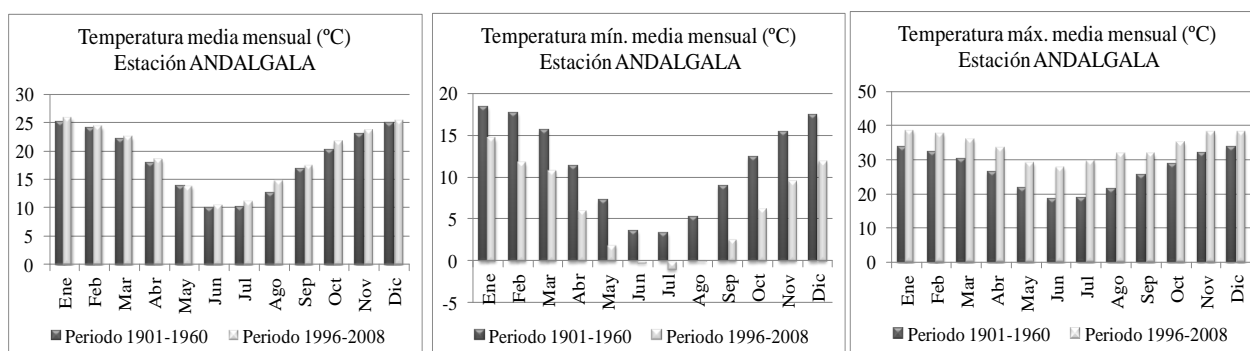
**REFERENCIAS**

- |   |  |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> <li> Depósitos sedimentarios - CUATERNARIO</li> <li> Porfidos daciticos-andesiticos - MIOCENO-TERCIARI</li> <li> Sienodiorita-sienogranito - ORDOVICICO-SILURICO</li> <li> Metamorfitas - PROT. SUPERIOR-CAMBRICO</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li> Límite de cuenca hídrica</li> <li> Ríos permanentes</li> <li> Ríos temporarios</li> <li> Coordenadas POSGAR WGS84</li> </ul> |
|---|--|

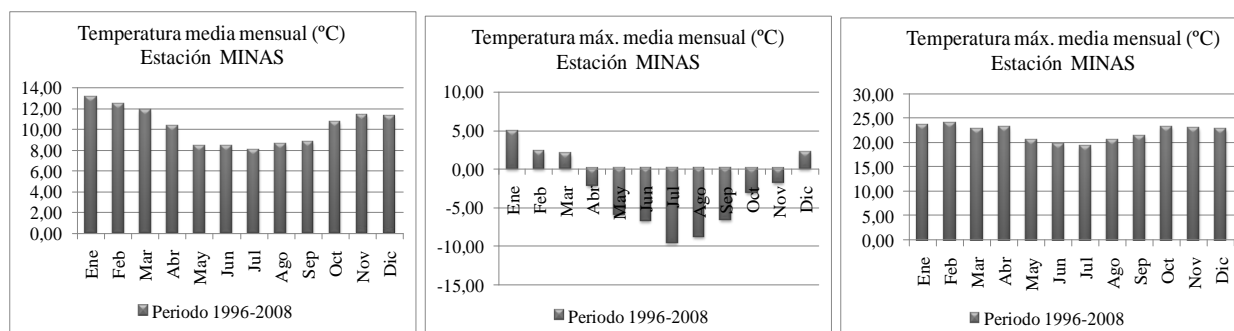
La humedad relativa y la velocidad del viento son mayores en la zona de Minas, correspondiendo los meses mas ventosos al invierno, en tanto en Andalgala son los meses de primavera.



Figuras 3: Precipitaciones medias mensuales en las estaciones climáticas Andalgala (período 1901-1960 y 1996-2008) y estación Minas (período 1996-2008)



Figuras 4: Temperatura media, mínima y máxima mensual en la estación climática Andalgala (período 1901-1960 y 1996-2008)



1996-2008)

Figura 5: Temperatura media, mínima y máxima mensual en la estación climática Andalgala (período 1901-1960 y 1996-2008)

### 3.2.1 Cambio Climático

La cuenca del río Andalgala se desarrolla sobre un sistema orográfico que influye en las condiciones climáticas de la región y que constituye el límite de la circulación atmosférica del Atlántico y del Pacífico en América del Sur.

Diferentes autores han trabajado sobre la evolución climática de la región, de los cuales se han obtenido los siguientes resultados.

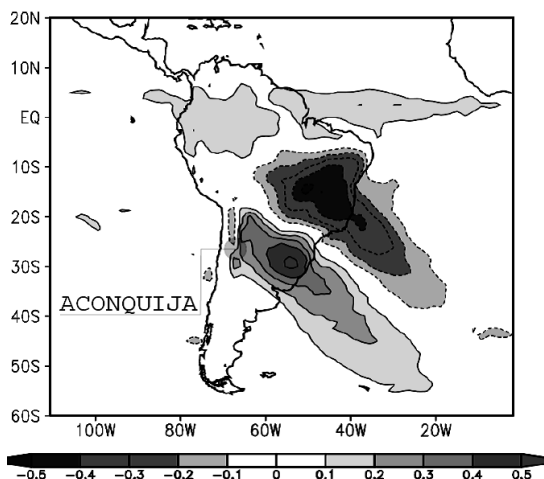
Hulme et al (1999) han previsto cambios de temperatura y de precipitación, tomando como base el clima promedio 1961-1990. Estos autores pronostican cambios en la temperatura anual media y en

la precipitación media anual, ajustados para las décadas de 2020, 2050 y 2080. En la región de Andalgalá, el aumento de temperatura oscilaría entre los 0,7 a 4,6 °C, .en tanto que la precipitación mostrará cambios negativos que oscilarían entre -3 a -8 % del régimen de lluvias.

Villalba (2009) ha estudiado los cambios climáticos regionales en el contexto del calentamiento global, prediciendo cambios para la región de Andalgalá de temperatura y precipitación para el período 2080-2099 en relación al clima 1980-1999. Se espera un incremento de las temperaturas de verano entre 3 y 4 °C. En los meses de invierno, las temperaturas se incrementarán en promedio entre 1° y 2° C. Teniendo en cuenta las alturas de las cuencas imbríferas del río Andalgalá y su latitud, se prevé un aumento de las temperaturas entre los 2 a 2,3 °C. En cuanto al régimen de lluvias, se estima una reducción de las precipitaciones totales de la región que oscilarán entre un 10 y 30%.

Simulaciones del clima actual y proyecciones del clima futuro relacionado con la temperatura y la precipitación fueron analizadas por Cavalcanti et al, 2012 para las cuatro estaciones en América del Sur. En cuanto a las temperaturas, en la región de la cuenca del río Andalgalá, se admiten que sufrirán un aumento, sin embargo con respecto a las precipitaciones existen imprecisiones en los modelos predictivos, dado que la zona de estudio (Andalgalá – Aconquija) se encuentra en una zona límite entre la circulación atmosférica de la Zona de Convergencia del Atlántico Sur (ZCAS) y la del Pacífico Sur América (PSA).

La Fig. 6 muestra claramente la ubicación de la zona de estudio para un modelo predictivo del régimen de precipitaciones correspondiente a los meses de diciembre, enero y febrero para el ciclo 2073/74 a 2098/99 (Cavalcanti, op. cit). Evidentemente la orografía de la región formada por los cordones serranos de Aconquija y Ambato, juegan un papel importante en la evolución hacia el oeste de la circulación atmosférica de la ZCAS, situación que también podría influir en la región de Andalgalá.



< Figura 6: Precipitaciones ciclo 2073/74 a 2098/99 (Cavalcanti et al. 2012)

Las aseveraciones realizadas y las observaciones de IPCC (2007), Marengo et al. (2008) y Chou et al. (2011), resumen que para la región de Andalgalá – Aconquija las temperaturas hacia finales de las décadas del 2100 aumentarán significativamente hasta más de 5°C que en la actualidad, especialmente por encima de los 3000 m s.n.m.

En lo que respecta a las precipitaciones, al ubicarse la cuenca del río Andalgalá en el límite de las zonas de circulación atmosférica entre el Pacífico y el Atlántico Sur, los pronósticos de cambios climáticos regionales contienen mucha incertidumbre y no es posible obtener una clara tendencia sobre como evolucionará el régimen de lluvias.

### 3.3 Aspectos hidrogeomorfológicos

El río Andalgalá posee como principales tributarios a los ríos Candado y Blanco. Hacia el sur y una vez que abandona el tronco montañoso, se infiltra en el extremo norte del Salar de Pipanaco,

amplio bolsón colmatado por sedimentos modernos, fluviales y salinos, que constituye el nivel de base de todas las corrientes de agua que descienden de los sistemas serranos que lo rodean.

Los valores de caudales de los ríos principales de la cuenca hídrica han sido obtenidos a partir de Cisternas op. cit.

El río Andalgálá, en La Toma (punto de salida del torrente del tronco de montaña), presenta un caudal promedio de 0,74 m<sup>3</sup>/s. Los máximos caudales del río se producen en la época estival, especialmente en marzo.

El río Blanco, es el más caudaloso de los afluentes, con un caudal promedio anual de 0,57 m<sup>3</sup>/s. Los caudales máximos se producen en los meses de verano, evidenciando su estrecha relación con las precipitaciones estivales. Durante el invierno se observan máximos secundarios, debido a aportes por derretimiento de nieves.

El caudal del río Minas es de 0,06 m<sup>3</sup>/s y constituye otro importante afluente, por el aporte de acidez y contenido elevado de metales que tienen sus aguas.

El río Candado presenta un caudal promedio de 0,24 m<sup>3</sup>/s. Los máximos valores corresponden a la época estival – coincidente con los meses de mayores precipitaciones y también a la época invernal – consecuencia del derretimiento de nieve acumulada en las zonas de altas cumbres.

El relieve de la cuenca es muy escarpado, con laderas empinadas y gradientes que superan los 25º especialmente en el sector superior de la cuenca, lo que las hace muy susceptibles a fenómenos de deslizamientos y soliflucción.

La mayor superficie de terreno aflorante es de naturaleza cristalina ígneo – metamórfico, lo que determina un bajo coeficiente de infiltración. Estos dos factores – pendientes pronunciadas y terreno impermeable – provocan que el escurrimiento sea muy rápido, originándose crecidas repentinas de alto caudal y con importante carga sólida transportada. La presencia de material sólido suspendido en el río Andalgálá, provoca una cierta turbidez permanente en sus aguas.

El sector superior de la cuenca ha sido labrado por la acción de un sistema glaciar de montaña, que habría prevalecido a finales del Pleistoceno, principios del Holoceno (Aceñolaza y Toselli, op cit.), pudiéndose observar circos, lagunas en rosario, valles en U y depósitos de fondo de valle glaciar que han quedado como relictos de la antigua cubierta de hielo continental, que actualmente está siendo retrabajada por acción fluvial. Hacia el sector medio de la cuenca, la acción fluvial /gravitacional son los procesos geomorfológicos predominantes. Las geoformas asociadas son terrazas fluviales de escaso desarrollo, depósitos coluviales, depósitos de avalanchas, cicatrices de deslizamientos, flujos de detritos.

### 3.4 Aspectos hidroquímicos

La caracterización hidroquímica de la cuenca del río Andalgálá ha sido realizada por Cisternas, op cit, sobre registros confiables del periodo 1997-2007. Se resume en tabla 1.

En la cuenca se observan dos tipos de agua: bicarbonatada cálcica y sulfatada cálcica.

El río Minas, posee agua sulfatada cálcica, pH ácido, con contenidos de manganeso, cinc, aluminio y hierro que superan frecuentemente los niveles guía de calidad de agua para bebida humana, establecidos por el Código Alimentario Argentino (CAA) y la normativa complementaria de la ley 24.585 “De Protección Ambiental para la Actividad Minera”, para bebida humana, vida acuática dulce y bebida para ganado.

Parámetro / Estación	Unid.	ANDALGAL A (LA TOMA)	CANDADO	MINAS	BLANCO	Nivel Guía Calidad Agua			
						Ley nac. N° 24.585			CAA
						Bebida Humana	Vida Acuática dulce	Bebida de ganado	Bebida humana
pH	Unid. pH	7,9	7,6	3,2	8,0	6,5-8,5	6,5-8,5	6,5-8,5	
Conductiv. eléctrica	µS/cm	278,0	219,0	618,0	209,0				
Bicarbonato (CaCO <sub>3</sub> )	mg/L	76,9	95,0	NA	90,6				
Sulfato	mg/L	45,4	31,0	255,0	16,2				400
Fluoruro	mg/L	0,7	0,7	0,5	1,0	1,5			1
Calcio	mg/L	28,4	25,7	36,8	21,6				
Aluminio	mg/L	0,1	0,3	13,3	0,1	0,2		5	0,2
Hierro	mg/L	0,3	0,8	13,1	0,1				0,3
Manganeso	mg/L	0,3	0,1	1,9	1,5			0,4	0,1
Cobre	mg/L	0,1	0,1	1,0	<0,05	1	0,002	1	1
Cinc	mg/L	0,1	0,1	0,7	0,03	5	0,03	0,05	5

Tabla 1: Promedios de contenidos de parámetros físicos químicos básicos y metales en los ríos de la cuenca del río Andalgalá- Periodo 1997-2007 (Cisternas, 2010). Las celdas sombreadas indican contenidos que superan algún nivel guía de calidad de agua, según normativas consultadas. CAA: Código Alimentario Argentino. NA: No Aplicable.

El río Candado, con agua alcalina, de tipo bicarbonatada cálcica, muestra algún contenido menor de estos metales a consecuencia del aporte de aguas ácidas provenientes del yacimiento de sulfuros de Filo Colorado. Tiende a neutralizar en gran medida el aporte de acidez del río Minas, proceso que es aun más notorio al mezclarse con el agua del río Blanco en el sector medio de la cuenca, precipitando metales como el hierro, manganeso, cinc y aluminio.

No obstante, estos procesos de neutralización / absorción, el río Andalgalá, en la estación La Toma presenta contenidos muy variables de estos metales que superan frecuentemente en la época de sequía, los niveles guías de calidad establecidos por las normativas argentinas.

Existe una estrecha relación entre el caudal de los principales ríos que constituyen la cuenca y la conductividad eléctrica del agua, la cual es una medida de la cantidad y concentración de sustancias disueltas que contiene. En épocas de estiaje con caudales más elevados y mayor disponibilidad de agua, la conductividad eléctrica tiende a disminuir a consecuencia de fenómenos de dilución, en tanto que en épocas de bajo estiaje, las sustancias disueltas tienden a concentrarse, elevando el valor de la conductividad eléctrica.

#### 4. RESULTADOS

El cambio climático global afectará a la cuenca del río Andalgalá. Todos los autores y los datos locales muestran una tendencia al aumento de la temperatura, especialmente por encima de los 3000 m s.n.m. En cuanto al régimen de precipitaciones, las observaciones regionales generan incertidumbre, pero los datos locales muestran un régimen pluviométrico en incremento, lo que



significa que el área estaría mayormente influenciada por la zona de circulación atmosférica del Atlántico Sur. Evidentemente, el gradiente de precipitaciones histórico, mayor en el Este y menor hacia el Oeste, persistirá hasta fines del siglo, convirtiendo a los cordones serranos Calchaquíes, Aconquija y Ambato en un verdadero límite físico – climático para la provincia de Catamarca.

Con estas evidencias se han planteado dos escenarios de evolución del sistema físicoambiental de la cuenca del río Andalgalá.

### **Escenario 1**

Como consecuencia del cambio climático, la cuenca del río Andalgalá, puede migrar hacia un periodo más húmedo, con un incremento aún mayor de las precipitaciones, lo que podría generar un aumento en el caudal del río Andalgalá y consecuentemente una disminución en la concentración de las sustancias disueltas en el agua. Asimismo, la presencia de mayor cantidad de agua corriente acrecentaría los procesos erosivos y con ello la erosión y transporte de los materiales geológicos susceptibles a estos procesos. Esto generará un aumento del material sólido en suspensión y turbidez del río Andalgalá. Las mesoformas periglaciares de las cuencas imbríferas tenderán a deteriorarse, lo que implica que muchos de ellos desaparecerán aportando su material sólido a los eventos de crecidas de la cuenca.

### **Escenario 2**

Como consecuencia del cambio climático, la cuenca del río Andalgalá, puede migrar hacia un periodo más seco, con una disminución en las precipitaciones, lo que podría generar una merma en el caudal del río Andalgalá y consecuentemente un aumento en la concentración de las sustancias disueltas en el agua, especialmente sulfatos, hierro, aluminio, cobre, cinc y manganeso. La migración climática hacia condiciones de mayor semiaridez, podría generar eventos de tormentas cortas e intensas, crecientes extraordinarias con gran arrastre de material sólido debido al incremento de procesos erosivos, generando el aumento del material en suspensión y turbidez del río Andalgalá. En estas condiciones de mayores temperaturas y un régimen pluviométrico concentrado en pocos meses, las mesoformas periglaciares perderán el estado actual de resiliencia y los fenómenos de aluviones serán las amenazas más serias sobre el sector urbano-rural de Andalgalá.

## **5. CONCLUSIONES**

En cualquiera de los dos escenarios analizados, las mesoformas del ambiente periglacial de las subcuencas imbríferas que constituyen la cuenca hídrica del río Andalgalá, se deteriorarán y tenderán a desaparecer, por lo tanto incidirá sobre su función principal como reservorio y regulador de los caudales de la cuenca, impactando negativamente sobre los volúmenes de agua totales que llegan a la localidad de Andalgalá.

Otra amenaza que se observa para la población de Andalgalá, será el incremento de la turbidez del agua, mayor que la actual, especialmente en las épocas de mayor precipitación y si la cuenca evoluciona hacia un clima de mayor semiaridez, se incrementará la conductividad y en consecuencia las concentraciones de sustancias disueltas, tales como sulfato, calcio, aluminio, hierro, manganeso, cobre y cinc, impactará negativamente sobre la calidad de agua del río Andalgalá.

## 6. REFERENCIAS

- Aceñolaza, F. & Toselli, A. Geología del Noroeste Argentino. Universidad Nacional de Tucumán, Facultad de Ciencias Naturales. San Miguel de Argentina. Nº 1287. 204. 1981.
- Acha, E. Caracterización hidrogeomorfológica de la Cuenca del río Andalgalá, provincia de Catamarca. Trabajo de tesis. Facultad de Tecnología y Ciencias Aplicadas, 2011.
- Cisternas, M., & Olias, M. Hidalgo, M. Caracterización hidroquímica de la Cuenca del río Andalgalá (provincia de Catamarca, Rep. Argentina). Revista Geogaceta 44, 159- 162, 2008.
- Cisternas, M. Caracterización hidroquímica de la Cuenca del río Andalgalá. Publicación 0069. ISBN 978-84-7993-148-2. Universidad Internacional de Andalucía. España. 83, 2010.
- Banchig, A. & Moreiras, S. Banchig, P. Eventos de Avalanchas y Represamientos Reiterados de Ocurrencia Prehistórica en la Cuenca del Río Villavil, Sierra de Aconquija, Andalgalá”. Revista de la Asociación Geológica Argentina Nº 65, 10, 2009.
- González Bonorino, F. Geología y Petrografía de las Hojas 12d (Capillitas) y 13d (Andalgalá). Catamarca. Boletín Nº 70. 48 -51, 1950.
- Hulme, M. & Sheard, N. Climate Change Scenarios for Argentina Climatic Research Unit, Norwich, UK, 6. 1999.
- Cavalcanti, I.F.A. & Shimizu M.H. Climate Fields over South America and Variability of SACZ and PSA in HadGEM2-ES American Journal of Climate Change - 1, 132-144. 2012.
- Villalba, R. Cambios Climáticos Regionales en el Contexto del Calentamiento Global. Instituto de Gestión Ambiental de la Universidad de Congreso. Compromiso Ambiental de Mendoza, 7-12. 2009.
- Marengo, J, & Alves, R, Valverde, M. Future change of temperature and precipitation extremes in South America as derived from the PRECIS regional climate modeling system, submitted to Int. J. Climatology. 2008.
- Chou S. & Marengo J. Lyra Andre. Sueiro G. Pesquero J. Alves L. Kay G. Betts R. Chagas D. Gomes J. Bustamante J. y Tavares P. Downscaling of South America present climate driven by 4-member HadCM3 runs. Clim Dyn 38:635–653. 2011.
- IPCC Climate Change The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.2007.

### 6.6- DESLIZAMIENTOS DEL CERRO PICOL: IMPLICANCIAS GEODINÁMICAS Y NEOTECTÓNICAS

***Fabrizio Delgado<sup>1</sup>, Veronica Tito.<sup>2</sup>, Boris Del Castillo.<sup>1</sup> & Carlos Benavente.<sup>1</sup>***

(1) Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico INGEMMET, Av. Canadá 1470, Lima, Perú.

gdelgado@ingemmet.gob.pe

(2) Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco UNSAAC, Av. De la Cultura Nº 733, Cusco, Perú.

#### RESUMEN

El cerro Picol esta ubicado al noreste de la ciudad del Cusco (Patrimonio Cultural de la Humanidad). En este sector las rocas se encuentran alteradas, deformadas, falladas, fracturadas y diaclasadas producto de la tectónica regional; esto facilita el origen y/o reactivación de procesos de erosión hídrica (cárcavas) y movimientos en masa (derrumbes, deslizamientos, caída de rocas y flujos de

detritos). El sistema de fallas Tambomachay bordea el flanco noreste de la cuenca del Cusco, se extiende a lo largo de 20 Km y viene a ser una estructura activa desde el último millón de años; en este sector se segmenta en 4 cuatro trazas paralelas a las cuales se les hizo su análisis morfoestructural para ver su último movimiento; según estudios de paleosismología esta falla sería capaz de generar sismos de magnitud  $>6,5Mw$ . Con los datos generamos un posible escenario con un sismo superficial de magnitud  $>6.5Mw$ , con ruptura de terreno, este generaría un desprendimiento violento de las zonas catalogadas como susceptibles, movilizandando un volumen aproximado de  $1'600,000m^3$ , que provocara flujos de detritos y lodo, afectando a las viviendas emplazadas en la desembocadura de la quebrada Thuniyoq.

## 1. INTRODUCCION

La zona de estudio se encuentra en el cerro Pícol y la quebrada Thuniyoq, ubicados al sureste de la ciudad del Cusco, marcando el límite entre los distritos de San Sebastián y San Jerónimo, en la provincia y Región Cusco - Perú (Figura 01). En la desembocadura de esta quebrada, se encuentran las urbanizaciones Santa María y Larapa, las cuales están expuestas a flujos de detritos y lodo que descienden cada año por esta quebrada y colmatan los dos disipadores, generando desbordes, como los ocurridos el año 2010, producto de las intensas precipitaciones pluviales, provocando alarma general en estas urbanizaciones; además, en la parte superior del cerro Pícol, se observan grietas de tensión, que generan gran temor ante un posible derrumbe y posterior flujo de detritos y lodo. Estos eventos podrían ser detonados por fenómenos climáticos o por eventos tectónicos (i.e sismos).



Figura 01: Mapa de ubicación, el elipse demarca la zona de estudio (cerro Pícol y quebrada Thuniyoq), también la línea negra muestra el segmento sur de la falla Tambomachay.

La zona de estudio se encuentra ubicada en las montañas del Cusco y la quebrada Thuniyoq (al Noreste de la ciudad del Cusco) que desemboca en la base de la cuenca del Cusco. En esta zona aflora la Formación Kayra, la cual está constituida por areniscas feldespáticas, intercaladas con niveles de lutitas rojas, su orientación es  $N150^\circ$  y  $48^\circ NE$ . Las rocas del Grupo San Jerónimo se encuentran alteradas deformadas, fracturadas y diaclasadas, producto de la tectónica regional (Carlotto et al., 2011); y los depósitos cuaternarios compuestos por depósitos aluviales, proluviales y coluviales están afectados por la falla Tambomachay. Asimismo, tomando como base la clasificación de Varnes (1978) y Cruden & Varnes (1996) y la terminología sobre movimientos en masa en la región andina preparado por el Grupo GEMMA (PMA: GCA, 2007), se observaron deslizamientos, derrumbes, flujos de detritos y procesos de erosión hídrica como las cárcavas (Figura 02).

## 2. DESCRIPCIÓN DE LOS MOVIMIENTOS EN MASA

La cuenca media y la cabecera de la quebrada Thuniyoq constituyen una cárcava que tiene su desarrollo principal en el cerro Pícol. En este sector, la cárcava se presenta de forma semicircular, con grietas tensionales en la cabecera. En la base, se observa la acumulación de material coluvial producto de los derrumbes y deslizamientos pequeños. Estos procesos aceleran el avance de la

cárcava. Hacia la quebrada, se observa, en ambos flancos, pequeños deslizamientos, caídas de rocas y derrumbes, que se encuentran activos. Es importante resaltar que la quebrada está cortada perpendicularmente por la falla activa Tambomachay, discontinuidad que incide en el comportamiento geomecánico de los materiales que conforman las laderas de la quebrada (Delgado, 2011). Para analizar a detalle, el área de estudio se dividió en tres zonas: Zona 1 (Deslizamiento Pícol), Zona 2 (Quebrada Thuniyoq), Zona 3 (Disipadores 1 y 2).

### **2.1. Zona 1 (Cabecera de la cárcava – cerro Pícol)**

La Zona 1 corresponde a la cabecera de la cárcava de la quebrada Thuniyoc, cuyo avance retrogresivo es evidente en forma de deslizamientos y/o derrumbes (Figura 03). El deslizamiento de gran magnitud, que profundizó la cárcava, presenta las siguientes dimensiones:

Corona del deslizamiento : 400 m  
Ancho del deslizamiento : 200 m  
Longitud del deslizamiento: 600 m aprox.  
Pendiente del plano de deslizamiento: 70°

En la cabecera, se observan grietas tensionales con desniveles de hasta de 7,5 m y cuya abertura de grieta llega a medir hasta 12 m (Figura 04). Las grietas principales se encuentran a una distancia de 30 m y 65 m con respecto al escarpe de la cárcava (deslizamiento) y tienen longitudes de 235 m, y 110 m, respectivamente. En ambos flancos de la cárcava, cerca de la cabecera, se presenta deslizamientos secundarios y derrumbes, los cuales vienen depositando su material en la base de la quebrada; es importante mencionar que en la base del deslizamiento afloran aguas subterráneas (manantiales).

En el flanco derecho de la cárcava se observa escarpes con un desnivel de 4 m, y grietas con una apertura de 1 m, evidenciando la presencia de un deslizamiento rotacional. También se observa en la parte baja deslizamientos y derrumbes. En el flanco izquierdo se observa grietas con desniveles de 1 m y 1,80 m en una longitud de 100 m, evidenciando la presencia de deslizamientos con posibilidad a colapsar. En esta ladera, también se presentan pequeños deslizamientos, derrumbes y procesos de erosión en surcos.

### **2.2. Zona 2 (Quebrada Thuniyoq)**

En esta zona se identificó y cartografió derrumbes y deslizamientos en ambas márgenes de la quebrada. Estos fenómenos se producen, mayormente, en época de lluvias y algunos bloquean la quebrada, generando pequeños represamientos, que originan flujos de detritos y lodo. Los derrumbes y deslizamientos se producen por el socavamiento que generan los flujos al descender por la quebrada y las aguas de escorrentía que se infiltran en las grietas laterales de la misma; aprovechando la mala calidad de las lutitas y areniscas de la Formación Kayra. En el cauce de la quebrada, se observan depósitos de flujos antiguos que provienen de la cabecera de la cárcava (deslizamiento) (Figura 05).

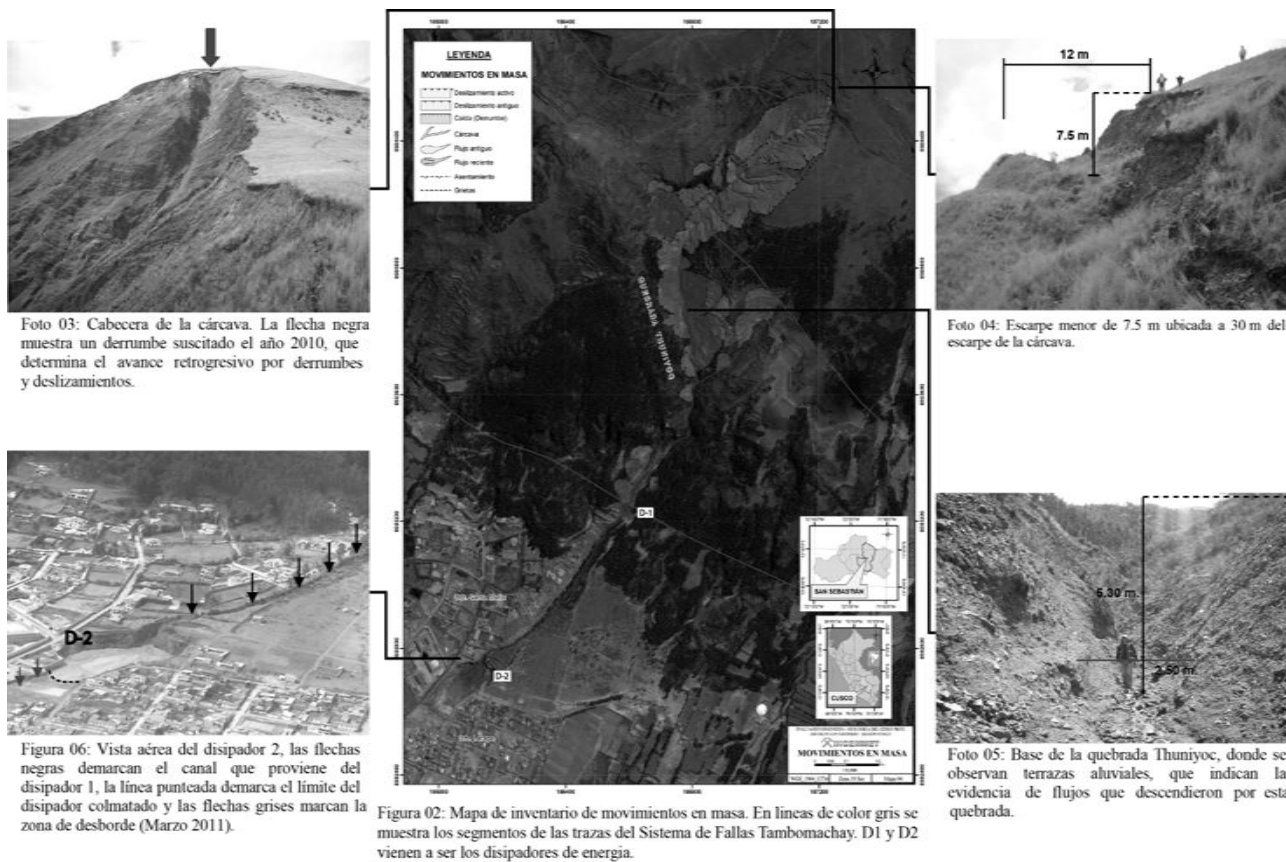
Se ha realizado obras (presas de troncos y estacas) en varios tramos de la quebrada para la acumulación de material y así poder controlar el arrastre y minimizar la velocidad del flujo en su descenso. En la actualidad, estas obras se encuentran colmatadas y en algunos casos destruidas. Los habitantes de la APV. Santa María vienen realizando algunas obras (muros de contención) sin tomar

en cuenta ningún estudio de diseño para el control de cárcavas y quebradas, por ende, no reúne las condiciones para su funcionamiento.

### 2.3. Zona 3 (Disipadores 1 y 2)

Este sector se ubica en la desembocadura de la quebrada Thuniyoq. En este tramo, se evaluó las condiciones en las que se encuentran los disipadores 1 y 2 (Figura 02). Estructuras que se colmataron el año 2011, llegando a rebalsar parte del flujo.

El *disipador 1*, de 50 m x 45 m de lado y 20 m de profundidad, se ubica en la desembocadura de la quebrada Thuniyoq (Figura 02), su función es la de receptionar el material que descende por la quebrada en forma de flujos de lodo y/o detritos. Este disipador ha funcionado adecuadamente, pero en la actualidad se encuentra colmatado.



Esto genera una alarma en la población, ya que futuros flujos de detritos y/o lodo o flujos torrenciales en período de lluvias podrían generar desbordes. Como medida de prevención, el presente año se colocaron cercos de troncos para aumentar su altura y controlar el desborde de material arrastrado. Cada año, la municipalidad provincial del Cusco viene extrayendo el material depositado y en la actualidad se está profundizando el disipador para futuros eventos. Los materiales que se depositan en este disipador descenden con un gran contenido de agua, parte de este líquido y los materiales arrastrados se derivan por el canal de desfogue natural hacia el siguiente disipador.

El *disipador 2* se encuentra a 650 m del disipador 1, es mucho más grande que el primero, y por ende tiene la capacidad para acumular mayor volumen de material. Se ubica en una antigua cantera

de agregados, quedando una depresión de 240 m x 150 m de lado y 25 m de profundidad. El año 2011 este disipador se colmató, llegando a desbordar parte del material arrastrado. Este disipador al no presentar ningún desfogue natural, condiciona que el agua se infiltre en el subsuelo, debido a que los materiales que conforman este disipador son depósitos aluviales (materiales porosos y permeables). La infiltración puede ocasionar problemas de tubificación y/o sifonamiento interno por lavado, arrastre y erosión subsuperficial; procesos que pueden provocar problemas en las viviendas aledañas (rajaduras, hundimientos). En la actualidad, este disipador se encuentra colmatado, poniendo en alerta a las viviendas que se encuentran aguas abajo. De producirse nuevos flujos, no tendrían una zona de contención adecuada y los materiales desbordarían el disipador y cauce, afectando todo lo que se encuentre delante.

Se observa gran cantidad de material de desmonte en el flanco izquierdo del disipador, y en el flanco derecho un muro de contención de una vivienda. Estos factores reducen la capacidad del disipador. Es importante mencionar, que debido al aumento de viviendas en las urbanizaciones, se ha cerrado el desfogue natural que movilizaba las aguas que descendían por la quebrada Thuniyoq, desembocando estas en el río Huatanay. Este hecho puede ocasionar problemas graves en las viviendas ubicadas en el cono de deyección de la quebrada, en caso de derrumbes y/o deslizamientos de gran magnitud en el cerro Picol, detonados por sismos y/o lluvias excepcionales.



Figura 07: Las flechas negras indican el segundo segmento del sistema de fallas Tambomachay, cruzando la cabecera de la cárcava.

### 3. NEOTECTÓNICA - FALLA DE TAMBOMACHAY

En el área de estudio se observa cuatro segmentos paralelos con direcciones NO-SE del Sistema de Fallas activas Tambomachay. El primer segmento está ubicado en la parte alta de la corona del deslizamiento Picol, aproximadamente a 4220 msnm, y formando un desnivel en la superficie de 3.5 m producto del movimiento de la falla. Un análisis microtectónico realizado recientemente en la falla indica que el último movimiento de ésta fue de tipo normal (Delgado, 2011).

El segundo segmento de la falla, se extiende a lo largo de 2,5 km aproximadamente, cruzando el deslizamiento de la cabecera del Cerro Picol. Su escarpe de falla mide entre 10 m y 15 m afectando depósitos coluviales recientes (Figura 07). El análisis microtectónico de la falla indica un movimiento de tipo normal con componente de rumbo sinistral. Además, se puede observar que el plano propiamente dicho del deslizamiento es afectado por este segmento de falla (Delgado, 2011).

En la quebrada Thuniyoq se observó un tercer segmento, el cual afecta depósitos recientes. Se observa que la roca del basamento se encuentra fracturada y estas fracturas están asociadas a la actividad de la falla. La falla se extiende a lo largo de 2,7 km y el análisis microtectónico indica que su último movimiento fue de tipo normal (Delgado, 2011).

Finalmente, a 3580 msnm se observa el último segmento del Sistema de Falla Tambomachay, siendo esta la estructura mayor que bordea el flanco noreste de la cuenca del Cusco, y que se extiende a lo largo de 20 km, con escarpes de hasta 500 m. Este segmento de falla afecta depósitos cuaternarios.

Estudios sobre el Sistema de Fallas Tambomachay indican que se trata de una estructura activa desde el último millón de años (Cabrera, 1988 & Benavente y Taype, 2010) hasta la actualidad, tal como indican los sismos superficiales, registrados por el Instituto Geofísico del Perú (IGP), que ocurrieron entre los meses de agosto-octubre del 2011 y enero-marzo del presente año, Según estudios de paleosismología realizados por Cabrera (1988) y Benavente y Taype, (2010), esta falla sería capaz de generar sismos de magnitud  $> 6,5$  Mw.

#### 4. DISCUSION

El análisis morfo-estructural de la Falla Tambomachay indica que el segmento norte tiene evidencias de reactivaciones más recientes. Todo lo contrario con el segmento sur, que aparentemente no hay actividad reciente con ruptura de superficie hacia el pie del deslizamiento. Ello conlleva a generar un escenario mayor con los datos de la falla, la geometría del deslizamiento y la magnitud máxima posible del sismo que podría generar la falla, asimismo, no podemos dejar de lado el factor climático que es también un condicionante importante para la reactivación del deslizamiento.

Los lugares susceptibles a desprendimientos se ubican en dos sectores. El primero se encuentra encima de la cárcava, viene a ser las grietas tensionales ubicadas a 30 m y 65 m con respecto a la cabecera de la cárcava y tienen longitudes de 235 m y 110 m respectivamente. Estas grietas, al producirse un sismo facilitarían la movilización de un volumen aproximado de  $1500000 \text{ m}^3$  de material. El segundo Sector susceptible se encuentra en la margen izquierda de la cárcava, donde se observan escarpes de 1 m y 1.8 m, en una longitud de 100 m. De producirse la reactivación de los segmentos sur de la Falla Tambomachay, se movilizaría un volumen aproximado de  $85000 \text{ m}^3$  que bloquearía la base de la quebrada Thuniyoq. Un movimiento telúrico también generaría varios deslizamientos y derrumbes menores a lo largo de la quebrada Thuniyoq.

Sumando las condiciones adecuadas de las precipitaciones pluviales y la sobresaturación del terreno por agua, se generarían movimientos compuestos (deslizamiento y/o derrumbes, flujos de detritos y de lodo), que arrastrarían un volumen aproximado de  $1'600,000 \text{ m}^3$  que descenderían por la quebrada Thuniyoq hasta su desembocadura, relleno y desbordando los disipador 1 y 2, los disipadores no tienen la suficiente capacidad para contener el material movilizado), afectando a las urbanizaciones emplazadas en la desembocadura de la quebrada Thuniyoq. Este cálculo, se realiza teniendo como antecedentes el derrumbe del año 2010, cuando una parte de la cabecera de la cárcava se derrumbó y movilizó aproximadamente  $10,000 \text{ m}^3$ , generando alarma general en las viviendas aledañas a la desembocadura. Este evento sólo relleno el disipador 1 y parte del disipador 2. También, se tomó como dato los constantes flujos de detritos y lodo que descienden cada año por la quebrada Thuniyoq y rellenan los disipadores, llegando algunos años a desbordarlos.

#### 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Con un sismo de magnitud mayor a 6.5 Mw, superficial y con ruptura del terreno y desplazamiento en superficie, más el grado de alteración, fracturamiento y diaclasamiento de las rocas de la formación Kayra, se generaría un desprendimiento violento de las zonas catalogadas como susceptibles, movilizandando un volumen aproximado de  $1'600,000 \text{ m}^3$ , los cuales generarían flujos de detritos y lodo que rellenan los disipadores 1 y 2, provocando desbordes que afectarían a las viviendas emplazadas en la desembocadura de la quebrada Thuniyoq.

Para reducir la magnitud del impacto negativo de futuros eventos, se recomienda construir, a lo largo de la quebrada Thuniyoq: presas escalonadas de retención de sedimentos, detritos, etc. Estas

pueden ser presas abiertas o presas cerradas, ya sean de gaviones o de cimentación ciclópea; tomando en cuenta la morfología y dimensión de la quebrada, sistemas de drenaje para la captación de aguas de lluvia, obras para el control de cárcavas y trabajar en la sensibilización de los pobladores a los peligros naturales que están expuestos.

## REFERENCIAS

- Benavente, C. & Taipe, E. Monitoreo de fallas activas en la región del Cusco. Informe interno del INGEMMET, 50 p. 2010.
- Cabrera, J. Néotectonique et Sismotectonique su niveau de la Subduction Perou. These Dr. Universidad Paris. XI-Orsay-Francia, 275 p. 1988.
- Carlotto, V., Cárdenas, J., & Carlier, G. Geología del Cuadrángulo de Cusco 28-s- 1:50 000 INGEMMET, Boletín, Serie A: 138, 258 p. 2011.
- Córdova, E. Un bassin intramontagneux andin peruvien. Les couches rouges du basin de Cusco (Maestrichtien-Paleocene). Docteur du 3ème cycle, Université de Pau et des Pays de L 'Adour, Laboratoire de Geodynamique des Bassins Sedimentaries, Pau, 272 p. 1986.
- Cruden DM. & Varnes DJ. Landslide types and processes. In: Turner AK, Schuster RL (eds) Landslides: investigation and mitigation (Special Report). Washington, DC, USA: National Research Council, Transportation and Research Board Special Report 247, pp 36–75. 1996.
- Delgado, F. Evaluación Ingeniero-Geológica del Cerro Picol, Distrito San Jerónimo-Región Cusco. Informe Técnico N° A6583 DGAR-INGEMMET, 38 p. 2011.
- Grupo GEMMA (PMA: GCA). Movimientos en Masa en la Región Andina: Una guía para la evaluación de amenazas. Proyecto Multinacional Andino: Geociencias para las comunidades Andinas, Canada, 404p. 2007.
- Varnes, D.J. Slope movements types and processes, en Schuster R.L., y Krizek R.J., ed, Landslides analysis and control: Washington D.C, National Academy Press, Transportation Research Board Special Report 176, p. 9-33. 1978.

## 6.7- CLIMATIC AND ANTHROPOGENIC MECHANISMS OF THE DESERTIFICATION PROCESS IN THE SANTA MARIA VALLEY, NORTHWESTERN ARGENTINA

**Mirian M. COLLANTES y Leila M. GONZÁLEZ**

Institute of Geosciences and Environment, National University of Tucumán, Miguel Lillo 205, 4000 San Miguel de Tucumán, Argentina. mcollantes@arnet.com.ar, leilamarina2003@yahoo.com.ar

Desertification is the greatest environmental challenge facing dry regions, mainly in relation to their productive potential. In this regard, the Santa Maria valley, located in the north-western quadrant of the province of Tucumán and north-eastern of Catamarca province (Argentina), presents a severe picture of land deterioration, with a highly degraded anthropic-environmental system, standing out among causal factors, the heterogeneity of the relief, an arid-semiarid seasonally contrasting climate (with permanent hydric deficit and seasonal rainfall), surface materials highly susceptible to removal by wind and water, loss or marked decrease in vegetation cover, because of logging or diverse extractive activities, overgrazing and improper management of soil and water throughout several centuries.



In that sense, in regions such as the study area, seasonal climate variability and current multiyear oscillations occurred during the Holocene, coupled with anthropic pressure for several centuries (mainly linked to overuse of the land), has generated a long chain of processes desertification, leading to the destruction of the capacity for regeneration of vegetation cover necessary or sufficient to protect the soil surface from erosion, producing a "metamorphosis" in the primitive landscape, currently restricted to a sparse shrub layer and monotonous surrounded by highly degraded soils, with few trees in areas with some moisture availability.

Taking into account this geoenvironmental and anthropogenic context, this investigation analyzes the influence of current and past climate variability and human occupation, as factors of desertification. We study also, the processes linked to the geomorphological mechanisms of desertification hazard, such as water erosion, salinization of soils, wind erosion and sedimentation, stoniness (pavement), etc., and its influence in the spatial heterogeneity of vegetation and soil.

## **6.8- MODELO GEOHIDROLOGICO DEL SISTEMA ACUIFERO FREATICO-AGUA SUPERFICIAL EN LA REGION DE LOS BAÑADOS DEL TIGRE MUERTO CORDOBA, ARGENTINA**

**Gabriela Villalba**<sup>1,2</sup>

(1) INGeReN-CENIIT-UNLaR. Av. Gob. Vernet y Apostol Felipe. 5300, La Rioja, Argentina.

gvillalba@unlar.edu.ar

(2) Dpto. de Geología, UNRC. Ruta Nac. Nº 36 km 601. 5800 Río Cuarto, Córdoba, Argentina

Alumna del Doctorado Interinstitucional en Geología UN La R – UNCA

### **RESUMEN**

El objetivo general de esta contribución es definir las características geohidrológicas de un sector del Sur del Dpto Río IV, Córdoba que constituye un área de descarga de aguas superficiales, subterráneas y sedimentos a nivel regional que domina la dinámica del lugar, llamada "Bañados del Tigre Muerto (BTM)". Para ello se reconocieron y estudiaron por métodos convencionales a sus diferentes componentes y se determinaron sus características geológicas, geomorfológicas e hidrológicas.

El modelo conceptual logrado permite un nuevo análisis de los riesgos presentes en la zona. En tiempos históricos se introdujeron cambios profundos tales como canalizaciones, drenaje de humedales, conexión y captura de arroyos, iniciación de nuevos arroyos por conexión de canales superficiales con la freática, cambios en el uso de la tierra, represamientos por obras pública y manejos de campos privados, entre otros. Estos cambios constituyen grandes disturbancias en estos sistemas de alta sensibilidad y desencadenaron procesos de ajustes que generan nuevos escenarios de riesgos. Respecto a la dinámica de los recursos hídricos, la alta susceptibilidad del medio natural frente a la creciente amenaza del anegamiento y las inundaciones se le agregan riesgos inducidos por la construcción de obras y la falta de previsibilidad para el manejo del drenaje de aguas en la red vial, entre otros.

### **GEOLOGIA Y GEOMORFOLOGIA**

La columna sedimentaria fue estudiada de perforaciones ya que no hay sedimentitas aflorantes que superen los pocos metros. Los resultados se muestran en Tabla I y las unidades geomorfológicas en figura 1

Formación	Características y Paleambiente	Representación en el Área
Formación Laguna Oscura (Holoceno superior)	Limos y arenas finas. Sedimentos mantiformes y medanosos (eólico)	Poseen la mayor representación areal.
Formación Las Lajas (Holoceno medio)	Arenas muy finas y limos finamente laminados. Depósito fluvial de baja energía	Sólo asociados a los cursos de los arroyos
Formación La Invernada (Pleistoceno superior- Holoceno bajo).	Potentes depósitos loésicos constituidos por arenas muy finas y limos (eólico)	No se reconocen afloramientos pertenecientes a esta formación
Formación Chocancharava (Pleistoceno superior).	Términos distales de sistemas fluviales más desarrollados hacia el Oeste	Sedimentos basales de perfiles asociados a canales y arroyos
Formación Pampiano (Pleistoceno medio o superior).	Sedimentos fluviales y eólicos (limos y limos arenosos) fuertemente cementados por carbonatos	
Formación Tigre Muerto (Mioceno).	Limos cementados y potentes arcillas ocreas c/ intercalaciones de arenas y gravas continentales.	No se reconocen afloramientos pertenecientes a esta formación

Tabla I: Columna propuesta por Blarasin *et al.*, (2000) y su representación en el área de estudio

### HIDROLOGIA SUPERFICIAL y SUBTERRANEA

Los BTM ocupan una superficie de 90 km<sup>2</sup> aproximadamente. Reciben dos afluentes desde el norte: Aº del Gato y Aº Santa Catalina y lo drenan dos canales: La Cautiva y Levalle-Devoto hacia el sur, todos de carácter permanente. Además reciben aporte del acuífero freático. Los aportes, medidos como caudales líquidos superficiales y caudal sólido promedio, oscilan entre 1-5 m<sup>3</sup>/seg y 6-6000 gr/seg respectivamente.

El acuífero libre de 70 m de espesor promedio y baja conductividad hidráulica está alojado en sedimentos neógenos-cuaternarios arenosos limo-arcillosos. Se determinaron tres asociaciones geomorfológicas (figura 1) que en subsuelo se corresponden con tres ambientes hidrogeológicos diferentes dispuestos de oeste a este respectivamente: los ambientes de Planicies Eólicas Occidentales (PEO), Depresión del Tigre Muerto (DTM) y Bloque elevado de Levalle (BL), figura 2. Además se encontraron diferencias climáticas con un sector más deficitario asociado a PEO y de mayores excesos hídricos relacionado a DTM. Se determinó el comportamiento hidrodinámico y químico: En PEO domina un flujo regional subhorizontal de aguas sulfatadas sódicas que coexiste con células descendentes subverticales locales, generadas por recarga preferencial en médanos, que mezclan aguas dando origen a sectores con aguas bicarbonatadas sódicas. En DTM finaliza el flujo regional con células subverticales ascendentes de aguas cloruradas y sulfatadas sódicas que generan a los bañados del Tigre Muerto; y en el BL dominan flujos locales subverticales, con aguas jóvenes, poco evolucionadas, bicarbonatadas sódicas.

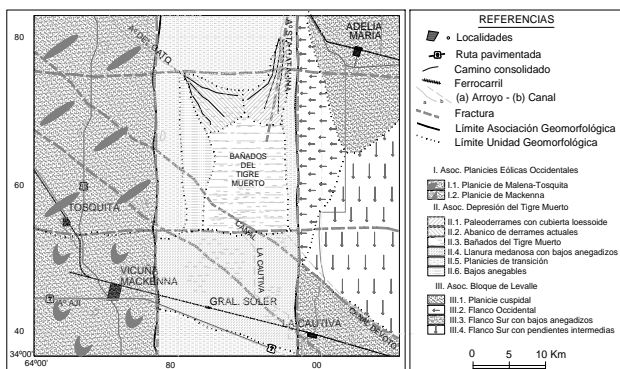


Figura N°1: Mapa Geomorfológico.

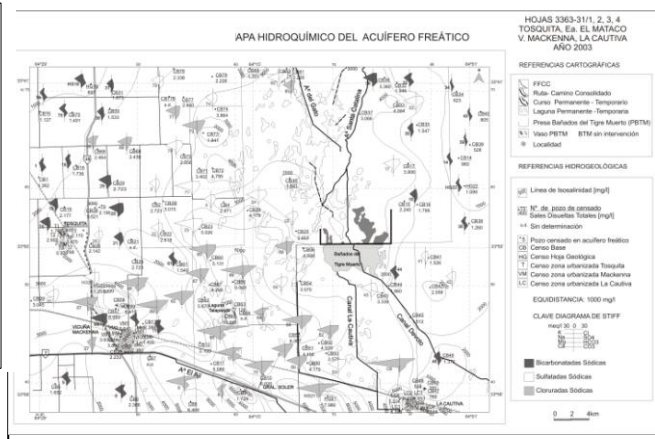


Figura N° 2: Mapa Hidroquímico, modificado de Villalba *et al.* (2005)

## **NUEVOS ESCENARIOS DE RIESGOS Y CONSIDERACIONES FINALES**

Los BTM reciben la descarga regional de agua y sedimentos. La descarga de sedimentos ha aumentado debido a: los cambios de uso de la tierra (fuerte presión del suelo por agricultura extensiva y aumento erodabilidad), las capturas de arroyos y la iniciación de nuevos por conexión de canales con la freática (tendencia erosiva para la elaboración de una sección equilibrada con los nuevos niveles de base), además de las tendencias impuestas por cambio climático y neotectónicos regionales. Esto provoca que la capacidad de retención de aguas y sedimentos sea menor aumentando el riesgo de inundación. Además se construyó una represa a la salida de BTM donde el peso del vaso lleno provoca aumento de niveles en su periferia y afloramiento de la freática aumentando la superficie anegada. Esto se intensifica con las diferencias climáticas locales. En su conjunto hacen que la escasa cantidad de alcantarillas de las rutas del sector, ante eventos de inundación, no posean capacidad para evacuar esos volúmenes de agua y actúan como represas induciendo riesgo sobre la infraestructura vial, las poblaciones, las comunicaciones y las actividades productivas de la región. La problemática vinculada a recursos hídricos es del alcance regional y requiere soluciones interinstitucionales.

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradezco al Grupo de investigaciones Geohidrológicas de la UNRC, quienes financiaron este proyecto con subsidios SeCyT-UNRC y del Ministerio de Ciencia y Tecnología de Córdoba, dirigidos por M Blarasin y S Degiovanni.

## **REFERENCIAS**

- BLARASIN, M., A. CABRERA Y S. DEGIOVANNI, (2000). *“Hidrogeología Regional: el agua subterránea como recurso fundamental del Sur de la provincia de Córdoba”*. Actas en CD del 1º Congreso Mundial Integrado de Aguas Subterráneas. Brasil.
- VILLALBA, M. BLARASIN y M.VILLEGAS (2005). *“Dinámica, Calidad y Contaminación del agua subterránea en el Humedal del Tigre Muerto, sudeste de Córdoba, Argentina”*. En: *Relación Aguas Superficiales - Aguas Subterráneas*. Compilado por M. Blarasin, A. Cabrera y E. Matteoda. Río IV: UNRC. ISBN: 950-665-349-6. 280 p. 10 pág: (127-136).



## SIMPOSIO 7 LA INVESTIGACIÓN ACADÉMICA Y LOS RIESGOS DE DESASTRES

### 7.1- INVESTIGACION INTERDISCIPLINAR PARA EL ANALISIS Y EVALUACION DE RIESGOS DE DESLIZAMIENTOS: EL CASO DEL MUNICIPIO DE USPANTAN, GUATEMALA

**Manuela Fernández<sup>1</sup>, Battista Matasci<sup>2</sup>, Jean Ruegg<sup>1</sup>, Michel Jaboyedoff<sup>2</sup>**

1 manuela.fernandez@unil.ch jean.ruegg@unil.ch IGD Instituto de Geografía y Sostenibilidad, Universidad de Lausanne, Suiza

2 battista.matasci@unil.ch michel.jaboyedoff@unil.ch CRET Centro de investigación del ambiente terrestre, Universidad de Lausanne, Suiza

#### NECESIDAD DE UN ENFOQUE INTERDISCIPLINAR EN EL TRATAMIENTO Y ANALISIS DE RIESGOS

El tratamiento de riesgos constituye una pluralidad de conocimientos y de saberes provenientes de diversos campos en interacción constante; vale citar las ciencias de la tierra y las ciencias sociales. Ninguna disciplina puede tener el monopolio de las construcciones de soluciones; por el contrario, debe responder a la articulación y a la confrontación de varios tipos de saberes. Estamos en presencia de nuevas formas de experticias y de concertación que *“llevan a modificar el rol de los expertos científicos, su modo de intervención, las modalidades de producción del conocimiento y a dar una nueva plaza a los “ciudadanos”, a los representantes de la sociedad civil, a los “profanos”*. (Gilbert: 2002: 96; traducido por los autores). En consecuencia, resulta necesario rever la pertinencia de los enfoques “clásicos” del riesgo y analizar las nuevas formas metodológicas, capaces de aprehender en su totalidad la complejidad de la cuestión.

#### TRABAJO APLICADO: EL CASO DE SAN MIGUEL DE USPANTAN, GUATEMALA

Este artículo describe el trabajo interdisciplinar (Galochet & Longue: 2008; Becerra: 2009; Kueffer et al :

2007 Buhler et al: 2006) realizado en el municipio de San Miguel de Uspantán, Guatemala el cual se encuentra en posición de vulnerabilidad frente a varias amenazas naturales. Investigamos las respuestas locales a los deslizamientos de terreno producidos en la zona durante 2007 y 2010 y que tienen a su vez un gran impacto social para la población local; principalmente hacemos referencia al deslizamiento de terreno llamado Cotoxac.



**Fisiografía de la zona de estudio.**  
1: frontera administrativa de «municipios», 2: carretera principal asfaltada, 3: tramos activos de la falla del Polochic, 4: infraestructura dañada por deslizamientos de terreno, 5: Peligro de vida por deslizamientos de terreno.  
Enmarcado : deslizamiento de Cotoxac (Authemayou *et al.*, 2012, modificado).

## OBJETIVOS

Se pretende mostrar mediante este artículo un completo ejemplo de un enfoque sistémico que incorpora aspectos y criterios del orden físico, medioambiental y social para entender los riesgos.

El objetivo del trabajo es por un lado presentar la combinación de datos empíricos sociales y geológicos (cartografía), y por otro lado, describir la metodología utilizada para la identificación y análisis integrado de riesgos. El artículo analiza al mismo tiempo las limitaciones y los desafíos metodológicos encontrados a la hora de conducir una investigación interdisciplinar que integra datos de diferente naturaleza.

## METODOLOGIA

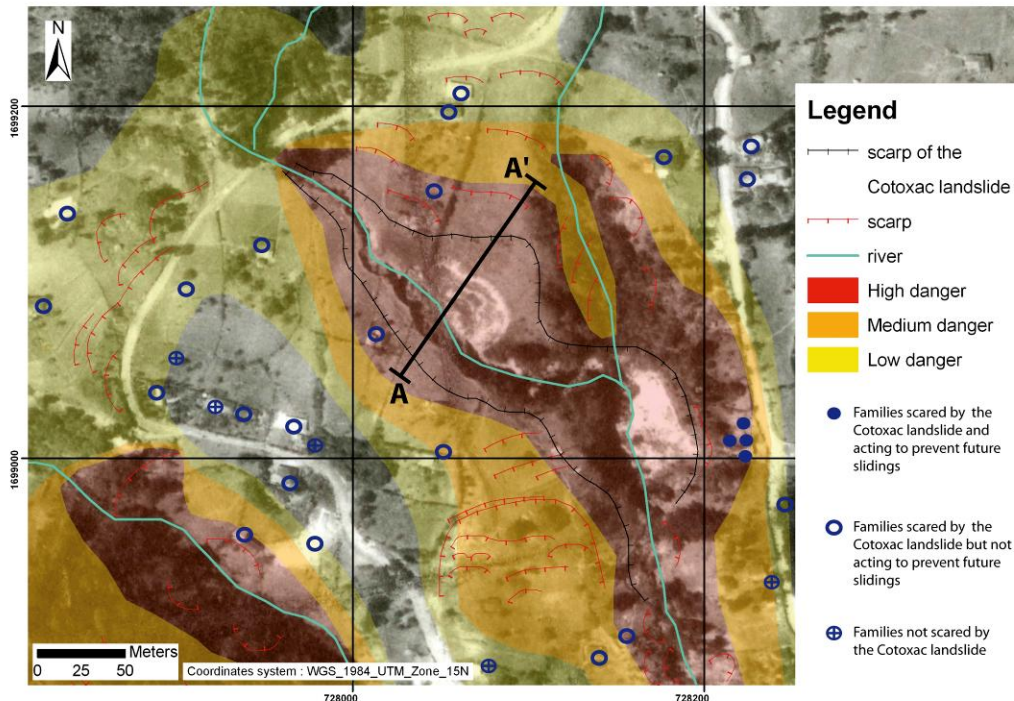
Hemos optado por emplear la encuesta demográfica a fin de recolectar datos tales como edad, formación, profesión de la población estudiada. La encuesta abarcó 258 casas. A su vez realizamos entrevistas individuales y familiares en el seno de los grupos comunitarios. Nos basamos en los estudios de casos de personas particulares, vale decir en la historia oral, en la experiencia personal ligadas a su vulnerabilidad y a la capacidad de hacer frente al evento. El total de las entrevistas es de 234. El trabajo *in situ* ha sido hecho bajo el acuerdo de los jefes de comunidades con los cuales se estableció fuertes lazos que facilitaron el trabajo en el terreno. Es importante aclarar que hemos tomado puntos GPS de cada una de las viviendas, pudiendo de este modo georeferenciar las respuestas por casa. Esta tarea nos permitió diseñar mapas e ilustrar las respuestas gracias a la ayuda de SIG.

Mediante los estudios geológicos esta investigación se interroga acerca de la frecuencia e intensidad de los deslizamientos de terreno como así también la incidencia de estos últimos sobre la población. Para ello, hemos empleado las herramientas y procedimientos de la geología: dibujos, mapas, observación de terreno para obtener información sobre la geometría, litología, estado de actividad, mecanismos de rupturas y factores de desencadenamientos de los deslizamientos.

## RESULTADOS

En primer lugar elaboró un mapa de amenazas para la zona de estudio en el cual se representa la repartición espacial del grado de peligro en el estado actual (Julio 2010) de los fenómenos.

Luego, gracias al acoplamiento de enfoques, se ha podido asociar a los mapas de peligros los mapas de viviendas y los datos de los encuestas y de las entrevistas a la población, constituyendo de este modo documentos muy importantes para las autoridades, en lo que concierne al conocimiento de los lugares más peligrosos, las familias más afectadas y de los sitios en los cuales es más urgente intervenir. A través de este trabajo hemos podido conciliar los aportes de las diversas ciencias que tratan al riesgo. Ponemos en valor las especificidades de los pasos y procedimientos geológicos, geográficos, sociales y políticos. Este procedimiento obliga un ida y vuelta entre los argumentos y las concepciones de las disciplinas, una búsqueda de articulación entre las diferentes teóricas explicativas de la ecuación de riesgo, como así también una toma en cuenta de los factores materiales (recursos económicos y naturales) y de las dimensiones inmateriales (representaciones sociales, ideología, valores, intereses, memoria etc.).



Mapa de peligros y datos relacionados con las medidas de prevención adoptadas por las familias en de la comunidad de Cotoxac, en el cual se combina y articula datos físicos y sociales.

## REFERENCIAS

- AUTHEMAYOU, C, BROCARD, G, SUSKI, B et al (2012) 'Late Quaternary displacements along the Polochic fault, Guatemala: combined 36Cl surface exposure dating of offset fans and terraces'. *Journal of Geophysical Research*, 117 B07403, doi:10.1029/2012JB009444
- BECERRA, S.2009. «Avant-Propos La vulnérabilité sociétale aux risques naturels et aux problèmes environnementaux: comprendre pour réduire» *Risques et environnement: recherches interdisciplinaires sur la vulnérabilité des sociétés*. S. e. P. Becerra, A. Paris, L'Harmattan: Pages 5-8.
- BUHLER, E., CAVAILLE, F., GAMBINO, M. 2006, Le jeune chercheur et l'interdisciplinarité en sciences sociales. In *Natures Sciences Sociétés* 14, pages : 392-298.
- GALOCHET, M. & LONGUE, J. 2008 *L'environnement. Discours et pratiques interdisciplinaires*. Arras: Artois Presses Université.
- GILBERT, C (2002). La fin des risques? Risques technologiques et débat démocratique. *Problèmes politiques et sociaux*. Edité par D. Bourg. Paris, La documentation française. N° 941, octobre 2007: pp. 95-96.
- KUEFFER, C., HIRSCH HADORN, G. et al. 2007 Towards a Publication Culture in Transdisciplinary Research. In *Gaia* 16/1 Pages : 22-26.
- SMITH, K. 2000. Participatory Risk mapping for targeting research and assistance: with an exemple from East African pastoralists. *World Development* 28:1945-1959.

## 7.2- ZONIFICACIÓN DE LA PELIGROSIDAD DE ALUVIONES, COMO HERRAMIENTA PARA LA PLANIFICACIÓN TERRITORIAL. CASO DE ESTUDIO: VALLE DE ZONDA, SAN JUAN, ARGENTINA.

*María A. Pittaluga<sup>1</sup> y Daniel G. Flores<sup>1,2</sup>*

(1) Gabinete de geología ambiental. FCFN-UNSJ. Av. Ignacio de la Roza esq. Meglioli. Rivadavia. J 5400 San Juan. Argentina. mapitta@unsj.edu.ar

(2) CONICET. dflores@unsj.edu.ar

### RESUMEN

El oasis del valle de Zonda se ubica 30 km hacia el oeste de la capital de San Juan. Ésta depresión tectónica ocupada por depósitos y geofomas cuaternarias es una zona atractiva para el desarrollo de actividades agropecuarias y turísticas. Los aluviones son procesos que afectan a ambientes geomorfológicos cuaternarios con potencialidad de uso. La litología, la pendiente y la frecuencia de ocurrencia de estos procesos, constituyen los principales indicadores evaluados. La integración de estos indicadores dio lugar a una zonificación de la peligrosidad de aluviones y la delimitación de 10 grandes unidades geoambientales. Los indicadores obtenidos de distintas variables para cada unidad geoambiental fueron integrados en ecuaciones, obteniéndose índices territoriales ante la peligrosidad de aluviones. La metodología empleada con técnicas de fotointerpretación, interpretación, procesamiento de imágenes satelitales y modelo de elevación digital, fue complementada con los apoyos de campo. Los resultados muestran que el 50 % de las unidades geoambientales definidas, tienen una susceptibilidad alta a muy alta ante un evento aluvional. El mega-abanico aluvial que ocupa la parte central del valle con mayor potencialidad de uso, presenta una peligrosidad media, estas características deben ser tenidas en cuenta a la hora de planificar nuevas actividades antrópicas en el sector.

### INTRODUCCIÓN

La problemática aluvional en regiones áridas como San Juan, es subestimada debido a los prolongados periodos de sequias, escasas precipitaciones y casi nulo relevamiento de fenómenos ya acaecidos, esto ocasiona, que ante un evento de estas características, se produzcan grandes pérdidas económicas.

El Valle de Zonda constituye una depresión, que conforma uno de los oasis principales ubicados en el centro-oeste de la República Argentina. La región se extiende entre los 618 y los 598 m.s.n.m. El valle de Zonda es uno de los más afectados por estos procesos, de manera recurrente ocurren aluviones en épocas estivales que ocasionan graves daños e importantes pérdidas económicas.

De Paula (2010), realiza una zonificación del riesgo de aluviones en la zona y Paredes et al., (2002) analizan una serie de riesgos en el Valle de Ullum-Zonda, entre los que mencionan las avenidas estivales. La zona, atractiva desde el punto de vista económico y turístico, merece estos estudios vinculados a la predicción de estos eventos.

El objetivo de este trabajo es evaluar y categorizar áreas expuestas al peligro de aluviones, con el propósito de proporcionar lineamientos para planificar, prevenir y/o mitigar los efectos producidos por estos fenómenos.

La peligrosidad es la probabilidad de que se produzca un determinado fenómeno natural, de una cierta extensión, intensidad y duración, con consecuencias negativas (Ayala Carcedo et al., 2002),

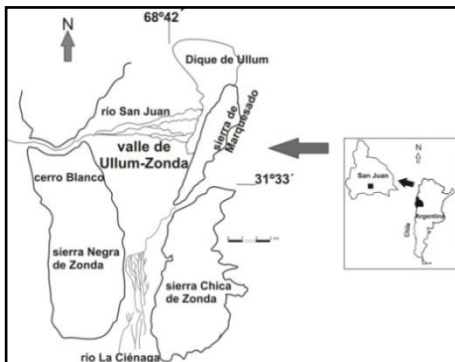


mientras que un “aluvión” se define como una enérgica remoción de suelos, rocas o ambos, en la que el medio acuoso crea una masa sin cohesión que fluye normalmente a gran velocidad por cauces preexistentes bien desarrollados (Hauser, 1993).

Polanski (1966), hace referencia al término creciente como “avenidas de aguas llamadas salvajes”, es decir flujos rápidos y turbulentos de aguas turbias, cargadas con clastos de distintas rocas y que se producen en zonas áridas azotadas por tormentas estivales.

## ÁREA DE ESTUDIO

Ubicación: El oasis productivo del valle de Zonda se ubica 30 km hacia el oeste de la ciudad capital de San Juan, donde su ciudad cabecera Villa Basilio Nievas se localiza a los 31°32'56" S y 68°43'48" O. Actualmente la región presenta un desarrollo poblacional, lo que ocasiona la ocupación de los distintos escenarios geoambientales sin ningún tipo de control, causando en algunos casos una degradación del ambiente natural y potenciando la peligrosidad de los fenómenos naturales.



< Figura 1: Ubicación de la zona de estudio

Clima: La provincia de San Juan se encuentra comprendida, en lo que se conoce como la Gran Diagonal Árida Sudamericana, situada a sotavento de la Cordillera de Los Andes y que se extiende desde el norte de Perú, a los 5° de latitud sur, hasta el estrecho de Magallanes a los 52° de latitud sur, abarcando la mayor parte del oeste argentino. Esta faja árida se caracteriza por escasas precipitaciones, aire extremadamente seco, alto coeficiente de heliofania, máxima evapotranspiración en la transición primavera a verano y mínima en el otoño e invierno. En cuanto al balance hídrico, este es negativo ya que las máximas precipitaciones estivales coinciden con las más elevadas temperaturas. Los principales factores causantes de la aridez típica de esta región son: los elevados cordones montañosos andinos, la lejanía al Océano Atlántico y la presencia de las Sierras Pampeanas al este, influyen en la condición climática de los valles en la provincia. Los vientos provenientes del anticiclón del Pacífico, prácticamente, descargan su humedad en la vertiente occidental de los Andes, ingresando en los Valles como vientos cálidos y secos, denominados localmente “Zonda”. (Le Houérou, 1999).

El clima de la Provincia de San Juan ha sido clasificado según el sistema ideado por Köppen diferenciando tres regímenes climáticos (Poblete, 1989): el Seco de Desierto-BW, el Seco de Estepa-BS y el Frío de Altura-E. Según esta clasificación la región en estudio estaría comprendida dentro del subtipo climático Seco de desierto BW, con la particularidad de precipitaciones pluviales máximas en el periodo estival, del tipo torrencial, de corta duración y elevada intensidad (del orden promedio de los 80 mm y valores extremos hasta 125 mm), mientras que durante el resto del año las precipitaciones son escasas.

## METODOLOGÍA

El análisis de la peligrosidad de aluviones se realizó a nivel regional, basado en un análisis geomorfológico y en el registro de los principales factores condicionantes de la ocurrencia de estos fenómenos. Estos fueron realizados usando un Modelo de Elevación Digital (Aster Global DEM) adquirida el 17 de Octubre de 2011 con un pixel de 30 metros de resolución, analizado con el

sistema de información geográfica (SAGA GIS) de licencia libre se construyeron mapas temáticos de los factores analizados, tales como geomorfología, litología, pendiente y actividad antrópica ya que algunas de las acciones realizadas por el hombre, acrecientan los efectos de este tipo de flujos.

Los SIG son herramientas indispensables para el análisis y la presentación de mapas en la evaluación de tierras, facilitando el almacenaje y análisis de un amplio rango de datos espaciales (FAO, 1996). En la evaluación de tierras el DEM es un producto extremadamente útil en un SIG, especialmente para evaluar erosión y proveer detalles fisiográficos (Mitas y Mitsova, 1998). Ofrecen también flexibilidad para múltiples interpretaciones de los mismos datos de suelo y para la integración de otros datos (ambientales o no) a diferentes escalas y nivel de detalle (Basher, 1997).

El análisis de la geomorfología en el área ha sido ampliamente estudiado (Suvires, 2009), En el presente trabajo se realizó un análisis a nivel de detalle que permitió definir unidades geoambientales y conjuntamente con la recopilación, selección y análisis de datos climáticos, hidrológicos, litológicos, y de pendiente permitió zonificar las áreas con la valoración de la peligrosidad de la región a este proceso aluvional.

Las actividades de apoyos de campo fueron intercaladas con las de gabinete, revisándose las unidades geomorfológicas y relevando las características litológicas de cada unidad. Se elaboró en consecuencia una propuesta metodológica simple y de fácil aplicación para áreas con características similares a la de estudio.

## **GEOMORFOLOGÍA**

El valle de Zonda es una zona tectónicamente deprimida, limitada hacia el oeste por la Sierra Negra de Zonda (Precordillera Central) y hacia el este por la Sierra Chica de Zonda (Precordillera Oriental). En el valle se extiende el mega-abanico aluvial depositado por el río San Juan. El valle está sometido a un constante hundimiento y a basculaciones tectónicas (Gardini, 1993).

El análisis regional, permitió dividir la región en 10 unidades geoambientales, las que fueron analizadas para determinar su susceptibilidad a la peligrosidad de aluviones.

Cauce y llanura de inundación del Río San Juan(a): este sistema actual constituye una unidad geomorfológica representada tanto por el cauce como por la amplia llanura de inundación. Está constituida por gravas, rodados de riolitas, grauvacas, granitos y vulcanitas, limos y arenas. Son depósitos bien drenados y los procesos fluviales son activos, presenta una pendiente baja (8%).

Mega-abanico Aluvial (b): Se ubica a la salida del río San Juan desde la Precordillera Central, a la altura del cerro Blanco. Este sector posee gravas medianas de rocas ígneas, vulcanitas, plutonitas y sedimentitas, todas provenientes de Cordillera y parte de Precordillera, en su parte proximal y arena mediana a fina, limos y arcillas en su parte final y distal se han identificado sectores reconocidos como paleocauces en donde se han identificado procesos de escurrimiento superficial y laminar y en la actualidad son activos ya que canalizan las escasas lluvias estivales.

Piedemonte de la Sierra Negra (c): Conforman un área de pendiente media, constituido por bloques y rodados de composición grauvaquica y areniscas de edad devónica, este piedemonte presenta la particularidad de estar formado por depósitos de abanicos aluviales y conos de deyección.

Piedemonte Sierra de Marquezado (d): Este piedemonte tiene la particularidad de menor desarrollo longitudinal en comparación con los otros piedemontes circundantes, con la particularidad de encontrarse limitado en su borde occidental por la mega-falla de Ullum-Zonda.

Piedemonte Sierra Chica (e): En este sector se han reconocido geoformas construccionales de abanicos aluviales, con dimensiones de van desde los metros hasta kilómetros estos últimos reconocido en el borde occidental de la Sierra Chica de Zonda (De Paula, E. 2010), litológicamente está compuesto por bloques y rodados de composición carbonática.

Río Seco De La Ciénaga (f): Esta planicie fluvial aluvial de edad reciente, se encuentra constituida por la sedimentación de cursos actuales temporarios y permanentes, presenta una pendiente alta (29%) de orientación sur-norte que drena hacia el Valle de Zonda, conforma un importante área de descarga y es una de las unidades más activas desde el punto de vista aluvional.

Sierra Negra de Zonda (g): esta Unidad se encuentra conformada por sedimentitas devónicas y carboníferas, al norte se encuentra limitada por el río San Juan, al sur por el río Ancho, al oeste por bajadas pedemontanas y al este por el río Seco de la Ciénaga. Presenta elevaciones de 2.100 m.s.n.m.. En la región actúa como elemento positivo que aporta material detrítico hacia las zonas deprimidas.

Sierra Chica de Zonda (h): Comprende una unidad morfo-estructural positiva de orientación predominante N-S, formada por sedimentitas cámbricas, ordovícicas, silúricas y carboníferas. Presenta elevaciones promedio del orden de los 1.700 m.s.n.m. Se encuentra limitada por el río Seco de la Ciénaga, al este por bajadas pedemontanas y al sur por el río de la Flecha. En la región actúa como elemento positivo aportando material al río Seco de la Ciénaga.

Sierra de Marquezado (i): Esta unidad también conforma un elemento positivo y se encuentra alineada con la sierra Chica de Zonda, presenta litología de edades similares. Esta sierra limita al oeste con el mega-abanico de Ullum-Zonda, al este por extensas bajadas pedemontanas y sus extremos norte y Sur por las quebradas de Ullum y de Zonda respectivamente. En su faldeo occidental, presenta una falla inversa de alto ángulo, que afecta también a la sierra Chica de Zonda.

Cerró Blanco (j): Unidad positiva ubicada al norte de la sierra de Zonda, constituida por dacitas y andesitas de edad triásica con pendientes medias, también constituye un área de aporte hacia zonas más deprimidas.



< Figura 2. Unidades geoambientales presentes en el valle de Zonda.

### FACTORES CONDICIONANTES

**Litología:** El Valle de Ullum-Zonda conforma un depresión tectónica, limitada por grandes estructuras, constituida por potentes sedimentos de edad cuaternaria, se encuentra limitada al oeste por las primeras estribaciones de Precordillera central, representada por la Sierra Alta de Zonda constituida por sedimentitas marinas de edad ordovícicas, hacia el este Precordillera oriental, con la Sierra chica de Zonda y la Sierra de Marquezado de edad cámbrica-ordovícica conforman su límite oriental (Ramos

et al, 2000) (Figura 3).

La litología es uno de los parámetros más importantes considerados en el análisis de la peligrosidad de aluviones, ya que constituye un factor importante en la generación de flujos aluviales, las características mecánicas y físicas de cada una de las distintas litologías van a condicionar a cada unidad como más propensa a ser portadora de material que otras. En el área se definieron 8 clases de acuerdo a las características litológicas.

*Sedimentitas del Paleozoico Inferior (C-Or):* Conformado por una sucesión sedimentaria, de ambiente de margen pasivo asociado a una plataforma calcárea, constituido por una sucesión de calizas, calizas dolomíticas, calizas arcillosas y margas, en planos lajosos, diaclasadas y deformadas por actividad tectónica.

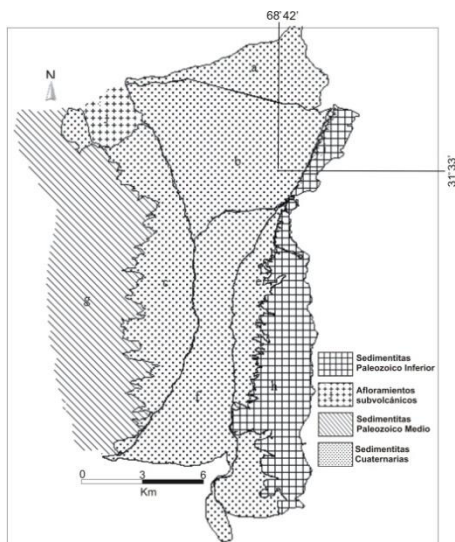
*Sedimentitas del Paleozoico Medio (D v):* Constituida por una sucesión de grauvacas y subgrauvacas con intercalaciones de lutitas y escasos niveles paraconglomerádicos conformando un anticlinal asimétrico cuyo flanco oriental se encuentra afectado por una falla inversa.

*Afloramientos subvolcánicos (Tr):* representadas por un cuerpo subvolcanico de composición dacítica-andesítica meteorizadas por intemperización.

*Sedimentitas cuaternarias:* Se mencionan acá todas las litológicas asignadas al cuaternario.

- Bajada Pedemontana Sierra de Marquezado y Sierra Chica de Zonda: compuestas por bloques y clastos angulosos a subangulosos de composición carbonática, en algunos sectores se encontraron bloques de importantes dimensiones.
- Bajada Pedemontana Sierra Negra: las unidades cuaternarias están representadas por depósitos de abanicos aluviales, conos de deyección, depositicos relicticos de llanura aluvial y depósitos areno-limosos, litológicamente compuestos por bloque y clastos de composición heterogenea pero con una predominancia de sedimentitas devónicas (Perez, 2000).
- Depósitos aluviales del mega-abanico: Conformado en su parte proximal por gravas medianas de rocas ígneas, vulcanitas, plutonitas y sedimentitas, provenientes de Cordillera y parte de Precordillera, y arena mediana a fina, limos y arcillas en su parte distal.

Depósitos fluviales-aluviales del Río Seco de la ciénaga: constituido por gravas, arenas, limos y arcillas de distinta composición según su proveniencia.



< Figura 3. Unidades litológicas del valle de Zonda.

*Pendientes:* El ángulo de la pendiente es un factor importante considerado en todo proceso de aluvionamiento, diversos autores consideran esta variable como una de las más importantes en un análisis de peligrosidad de aluviones (Brabb et al, 1972; Campbell et al 1993) (tabla 1; figura 4).

Unidades geo-ambientales	Pendientes
Cauce y llanura de inundación del Río San Juan (a)	8%
Mega-abanico aluvial (b)	3-10%
Piedemonte Sa Negra (c)	18.5%
Piedemonte Sa de Marquizado (d)	28.3%
Piedemonte Sa Chica de Zonda (e)	22.2%
Río Seco De La Ciénaga (f)	29%
Sierra Negra de Zonda (g)	41.3%
Sierra Chica de Zonda (h)	35.4%
Sierra de Marquizado (i)	59%
Cerro Blanco (j)	17%

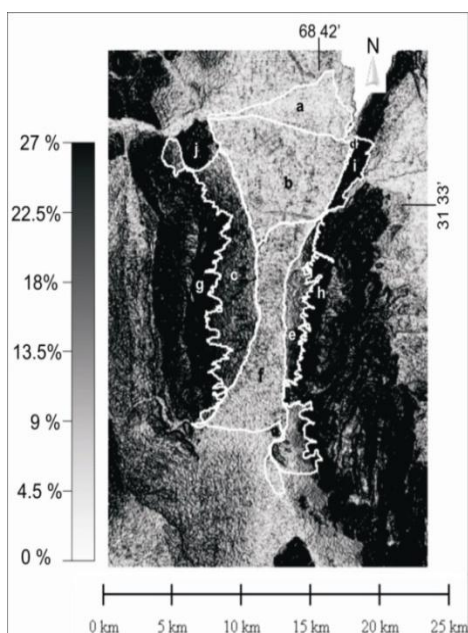
< Tabla 1: Pendientes de unidades geomorfológicas expresadas en porcentajes.

Registro de Aluviones: Se realizó un análisis de antecedentes históricos de aluviones en la zona de estudio procesando datos de medios de comunicación y datos provenientes de la Dirección Provincial de Vialidad, los mismos son escasos limitados ya que presentan un pobre registro. Se estimo de manera cualitativa un rango de frecuencia de aluviones y se zonifico cada geoforma

en función de su exposición a estos procesos clasificándolos en frecuentes, muy frecuentes y sin evidencias.

A continuación se exponen algunos antecedentes históricos:

- ° Aluvión del 09 de febrero de 1978: Se registro una fuerte tormenta estival, acompañado de granizo con precipitaciones de 18,0 mm y una intensidad de 43,2 mm/hs, que provoco aluviones en la quebrada de Zonda.
- ° Aluvión del 21 de enero de 1979: Fuertes precipitaciones 26,0 mm y una intensidad de 192,7 mm/hs, que provoco el anegamiento de una batería de pozos e inundaciones importantes en varios sectores de la localidad de zonda.
- ° Aluvión del 25 de enero de 2007: Fuerte tormenta de más de cien mm acompañado con grandes ráfagas de vientos causo un aluvión de lodo y detrito, alcanzando el agua alturas de hasta 1metro en las viviendas provocando la evacuación de los habitantes, se produjo cortes de rutas e importantes daños y pérdidas económicas.



< Figura 4. Rangos de Pendientes en el valle de Zonda.

## RESULTADOS

Se calcularon tres indicadores parciales, en relación a litología; antecedentes de Aluviones y pendiente, en función de escalas numéricas del 1 al 5, que oscilan desde bajo, medio, alto y muy alto en función de la peligrisidad de aluviones.

Indicador al aluvionamiento en relación a la litología de cada unidad ambiental.

NC: No Considerado; Índices: 1 (inactivo) - 2 (Bajo) - 3(medio), 4 (alto) y 5 (muy alto):

1 (consolidado) 2 (Bloques y rodados) 3 (grava), 4 (grava+arena), 5 (Arena+fino) (Tabla 2).

Unidades geoambientales	Indicador litología
a. Cauce y llanura de inundación del Río San Juan	4
b. Mega-abanico aluvial	4
c. Piedemonte de la Sa Negra	3
d. Piedemonte Sa de Marquezado	2
e. Piedemonte Sa Chica de Zonda	2
f. Río Seco De La Ciénaga	4
g. Sierra Negra de Zonda	1
h. Sierra Chica de Zonda	1
i. Sierra de Marquezado	1
j. Cerro Blanco	1

< Tabla 2: Indicador al aluvionamiento en relación con la litología por unidad geoambiental.

Indicador al aluvionamiento en relación a la pendiente de cada unidad ambiental.

NC: No Considerado; Índices: 1 (inactivo)- 2 (Bajo)- 3(medio), 4 (alto) y 5 (muy alto): 2 (0-15%), 3 (15-30%), 4 (30-45%) (Tabla 3).

Unidades geoambientales	Indicador Pendiente
a. Cauce y llanura de inundación del Río San Juan	2
b. Mega-abanico aluvial	2
c. Piedemonte de la Sa Negra	3
d. Piedemonte Sa de Marquezado	3
e. Piedemonte Sa Chica de Zonda	3
f. Río Seco De La Ciénaga	3
g. Sierra Negra de Zonda	4
h. Sierra Chica de Zonda	4
i. Sierra de Marquezado	4
j. Cerro Blanco	4

< Tabla 3: Indicador al aluvionamiento en relación con la pendiente por unidad geoambiental.

Indicador al aluvionamiento en relación a la actividad aluvional de cada unidad ambiental.

NC: No Considerado; Índices: 1 (inactivo)- 2 (Bajo)- 3(medio), 4 (alto) y 5 (muy alto): 1-2 (sin evidencias), 3- 4 (poco frecuentes), 4-5 (frecuentes) (Tabla 4).

Unidades geo-ambientales	Indicador Aluviones
a. Cauce y llanura de inundación del Río San Juan	4
b. Mega-abanico aluvial	2
c. Piedemonte de la Sa Negra	4
d. Piedemonte Sa de Marquezado	3
e. Piedemonte Sa Chica de Zonda	3
f. Río Seco De La Ciénaga	5
g. Sierra Negra de Zonda	1
h. Sierra Chica de Zonda	1
i. Sierra de Marquezado	1
j. Cerro Blanco	1

< Tabla 4: Indicador al aluvionamiento en relación con la actividad aluvional por unidad geoambiental.

### ZONIFICACION DE LA PELIGROSIDAD

Una vez obtenidos los indicadores parciales, éstos fueron integrados dando los Índices Territoriales cuya sumatoria se muestra en la tabla 5 y representadas gráficamente en la figura 5, considerando la ponderación de la siguiente manera baja: de 1 a 3, Medio de 3 a 6; Alto de 6 A 9; Muy Alto 10 o más (Tabla 5).

U GA	A	B	C	D= A+B+C	Total	E
a	4	2	4	4+2+4	10	Muy Alto
b	4	2	2	4+2+2	8	Alto
c	3	3	4	3+3+4	10	Muy Alto
d	2	3	3	2+3+3	8	Alto
e	2	3	3	2+3+3	8	Alto
f	4	3	5	4+3+5	12	Muy Alto
g	1	4	1	1+4+1	6	Medio
h	1	4	1	1+4+1	6	Medio
i	1	4	1	1+4+1	6	Medio
j	1	4	1	1+4+1	6	Medio

< Tabla 5: Índices territoriales por unidad geoambiental.

UGA: Unidades Geoambientales

A: Indicador de Litología

B: indicador de pendiente

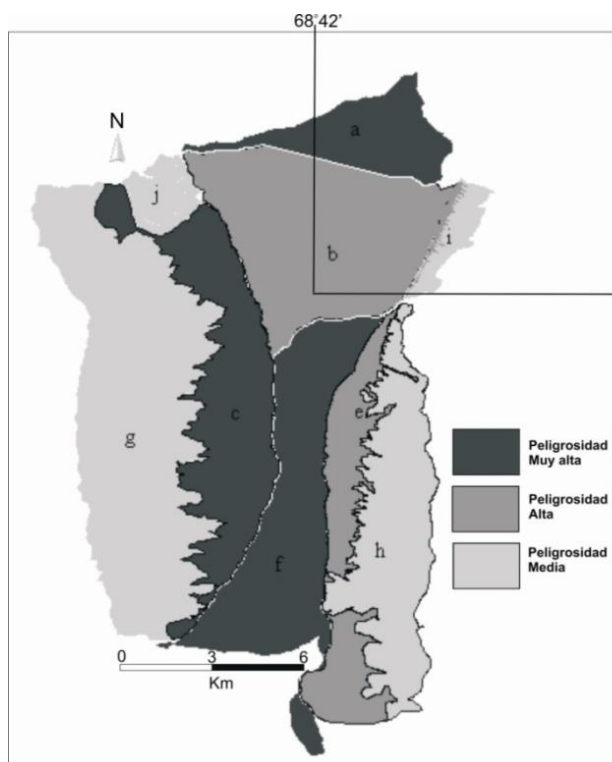
C: indicador de aluviones

D: peligrosidad

E: valoración cualitativa

### CONCLUSIONES

- La peligrosidad el Valle de Zonda a los fenómenos de aluviones se pudo ponderar en medio, alto y muy alto resultando en un mapa temático de peligrosidad de aluviones (figura 5).



< Figura 5: Clasificación de la peligrosidad de aluviones de las UGA del valle de Zonda.

- El área del río Seco de la Ciénaga y el piedemonte del Sierra Negra son las unidades con más alta peligrosidad, en un todo coincidente con los diversos antecedentes en la zona.
  - En el valle de Zonda las fuertes avenidas estivales son frecuentes y ocasionan diversas pérdidas económicas.
  - El análisis de la geomorfología a nivel de detalle en el área, permitió definir unidades geoambientales zonificando las áreas con la valoración de la peligrosidad de la región a este proceso aluvional.
- La integración de diferentes factores condicionantes y el uso de sistemas de información geográfica, permite obtener resultados concretos al momento de identificar peligros de aluviones.

El mega-abanico aluvial que ocupa la parte central del valle con mayor potencialidad de uso, presenta una peligrosidad media, estas características deben ser tenidas en cuenta a la hora de planificar nuevas actividades antrópicas en el sector.

## REFERENCIAS

- Andrade, O; Briceño, J; Erasmi, S; Kappas, M y Unda, J. 2010. Generación y mapeo de parámetros ambientales con fines de evaluación de tierras en el municipio torres, Estado Lara, Venezuela. Bioagro 22(2): 115-126. –
- Ayala Carcedo, F.J., Jorge Olcinas, 2002: Riesgos Naturales. Editorial Ariel S.A. Barcelona. 1510p. ISBN: 84-344-8034-4
- Basher, L. 1997. Is pedology dead and buried? Australian Journal Soil Research 35: 979-994.
- Brabb, E.E., Pampeyan, E.H. y Bonilla, M.G., 1972. Landslide susceptibility in San Mateo County, California. U.S. Geological Survey Miscellaneous Field Studies Map MF-360, scale 1:62,500
- Campbell, R.H., Bernknopf, R.L., 1993. Time-dependent landslideprobability mapping: American Society of Civil Engineers. Proceedings of the Conference Hydraulic Engineering, San Francisco, United States, pp. 1902 – 1907
- FAO. 1996. Agro-ecological zoning guidelines. Soils Bulletin 73. FAO. Rome.
- Gardini, M. 1993. Estructura superficial y profunda del valle de Zonda, Precordillera de San Juan. 12º Congreso Geológico Argentino y 2º Congreso de Exploración de Hidrocarburos, Actas 3: 9.3-99, Buenos Aires. (Perez, 2000).
- Hauser, A .1991. "Aluviones que afectaron a la ciudad de Antofagasta, II Región, el día 18 de junio de 1991", Santiago: Servicio Nacional de Geología y Minas, Informe inédito.

- Mitas, L. y H. Mitasova. 1998. Distributed soil erosion simulation for effective erosion prevention. *Water Resources Research* 34: 505-516.
- Moreiras, S.M. 2005b. Landslide Susceptibility Zonation in the Rio Mendoza Valley, Argentina. *Geomorphology* 66(1-4): 345-357.
- Moreiras, S.M., 2004. Landslide incidence zonation in the Rio Mendoza Valley. Mendoza province, Argentina. *Earth Surface Processes and Landforms* 29 (2), 255 – 266.
- Paredes J.D, L. Perucca y R. Dominguez. 2002 Peligro geológico en el Valle de Ullum-Zonda, San Juan, Argentina. *Actas XV CGA El Calafate*. Vol (2) pp 550-553
- Perucca L y Paredes J. 2005 Peligro de aluviones en el departamento Pocito, provincia de San Juan *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, 60 (1).
- Pérez, D.A. 2000. Estudio geomorfológico del piedemonte oriental de la sierra de Zonda. Tesis de licenciatura, Universidad Nacional San Juan, (inédito), 8-24 p., San Juan.
- Pittaluga María A., Graciela M. Suvires Modelos probabilísticos de ocurrencia a la licuefacción de suelos, mega-abanico del Rio San Juan, Zonda, Argentina. *Revista Geociencias de Brasil*. En prensa
- Pittaluga, María A., G.M. Suvires y L.A. Gamboa Dinámica de sistemas morfo-edáficos y su aplicación para el uso de la tierra en el oasis productivo de Zonda, San Juan-Argentina. *Actas V Congreso Argentino de Cuaternario y Geomorfología*. Rio IV 2012.
- Poblete, A. y Minetti, J., 1999. Configuración espacial del Clima de San Juan. Síntesis del Cuaternario de la Provincia de San Juan. 11º Reunión de Campo del Cuaternario. CD-ROM. San Juan, Argentina (INA, 2000)
- Polanski, J., 1958. El Bloque variscico de la Cordillera Frontal de Mendoza. *Asociación Geológica Argentina XII* (3), 165 – 193.
- Ramos, V.A. y Vujovich, G. 2000. Hoja Geológica 3169 IV. San Juan. Programa Nacional de Cartas Geológicas de la República Argentina 1: 250.000, Servicio Geológico Minero Argentino, 82 p., Buenos Aires.
- Suvires, G. 2009. Unidades geomorfológicas del río San Juan en la depresión tectónica de Ullum-Zonda. Provincia de San Juan, Argentina. 4º Congreso Argentino de Cuaternario y Geomorfología y Simposio Brasileiro do Estudo do Cuaternario, Actas: 44-47, La Plata.
- Zambrano, J.J. 1983. Actualización del conocimiento geológico del Valle de Ullum-Zonda. Centro Regional de Aguas Subterráneas, Serie Técnica P261: 4-64, San Juan.

### 7.3- CARACTERIZACION GEOLOGICA DE LOS DEPOSITOS DE AVALANCHA DE ESCOMBROS EN CHUQUIBAMBA Y COTAHUASI, REGION AREQUIPA

**Juan Carlos Gómez<sup>1</sup>, José Luis Macías<sup>2</sup>, José Luis Arce<sup>3</sup>, Juan Manuel Sánchez-Nuñez<sup>4</sup>, y Claus Siebe<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Instituto Geofísico del Perú

<sup>2</sup> Instituto de Geofísica Universidad Autónoma de México

<sup>3</sup> Instituto de Geología Universidad Autónoma de México

<sup>4</sup> CIEMAD-IPN- México

#### RESUMEN

Los procesos de colapso y el posterior emplazamiento de depósitos de avalanchas de escombros y generación de lahares representan un alto peligro para los poblados ubicados en las inmediaciones de volcanes activos, aunque este tipo de fenómenos también puede ocurrir en volcanes extintos o



inclusive en terrenos no volcánicos, pero con una morfología y características tectónicas y estructurales que los hacen inestables.

En Perú, el arco volcánico activo se encuentra en la parte sur del país, desde la latitud 14° S hasta la frontera con Chile representado por 12 estrato-volcanes entre los cuales destacan el Misti, Coropuna, Solimama, Ubinas, entre otros. Dentro de este contexto, en la vecindad de los valles de Majes y Cotahuasi se emplazan los edificios volcánicos del Coropuna y Firura respectivamente, en cuyas inmediaciones, aunque no relacionadas con el volcán activo, se han producido colapsos de grandes dimensiones que han generado avalanchas de escombros, dejando cicatrices de tales colapsos y cuyos depósitos han dado la configuración morfológica muy característica de estos valles.

En el presente documento se reportan datos preliminares del estudio de dos avalanchas de escombros no asociadas a volcanismo activo. Por un lado, se tiene al evento de colapso Cotahuasi, el cual corresponde a un colapso de una parte alta en el altiplano, constituida de mantos extensos de ignimbrita de edad pliocena (5 Ma aproximadamente), dicho colapso dejó una estructura semielíptica de 12 por 4 km orientada hacia el SE. Este colapso generó una avalancha de escombros la cual fue emplazada en el Valle Cotahuasi, chocó con las paredes de la Cordillera Occidental y fue desviada hacia el sur, recorriendo 45 km, con un ancho promedio del valle de 2 km. Evidencias de campo sugieren que esta avalancha bloqueó el drenaje principal del río Cotahuasi, originando una represa natural, la misma que eventualmente cedió y generó flujos de escombros, los cuales corrieron río abajo por una distancia hasta ahora desconocida.

Es posible reconocer, en zonas proximales, estructuras de montículos de 0.3 km de diámetro y 50 m de altura, hechas de megabloques de ignimbrita, los montículos disminuyen de dimensiones conforme se alejan de la fuente. En general, todo el depósito de avalancha de escombros está enriquecido en matriz. El área mínima, cubierta por este depósito de avalancha de escombros, es de 90 km<sup>2</sup> y un espesor promedio de 80 m, por lo que se estima un volumen preliminar de 1.6 km<sup>3</sup>.

En general, los montículos están rodeados de partes muy planas, las cuales corresponden a los depósitos de lahares asociados con este evento así como otros posteriores, de edad más reciente.

Por otra parte, el evento de colapso Chuqibamba está relacionado con el colapso de una parte alta del altiplano, el cual está construido de ignimbritas de 5 Ma de edad. La cicatriz dejada por este colapso tiene una forma alargada de 11- por 6-km, con una profundidad de 150 m. Este colapso generó una avalancha de escombros que recorrió al menos 26 km desde las paredes del escarpe, con un ancho del valle de 2-3 km en donde se emplazó, desarrolló montículos constituidos por megabloques de ignimbrita de color rosa, en una abundante matriz, aun en facies proximales. Los montículos miden 200 m de diámetro y 25 m de altura, constituidos por bloques en "rompecabezas". Se ha estimado un área de 70 km<sup>2</sup> para este depósito de avalancha de escombros, que multiplicado por un espesor promedio de 60 metros, arroja un volumen preliminar de 0.9 km<sup>3</sup>. Es muy probable que el depósito haya bloqueado partes del drenaje de este valle, ya que, se han reconocido depósitos de flujos de escombros con componentes muy similares y más aun, en ocasiones con bloques con estructura en "rompecabezas".

Es importante tener un conocimiento cabal de la fenomenología de estos eventos puesto que sus efectos son catastróficos, por tanto, deben realizarse mediciones geodésicas periódicas en estos complejos volcánicos para verificar la evolución de la estabilidad de sus flancos.

### Localización del Area de Estudio

Los valles de los ríos Cotahuasi y Majes se localizan a 140 km al NW de la ciudad de Arequipa, en la latitud 15.4° Sur y longitud 71.9° Oeste, Figura 1

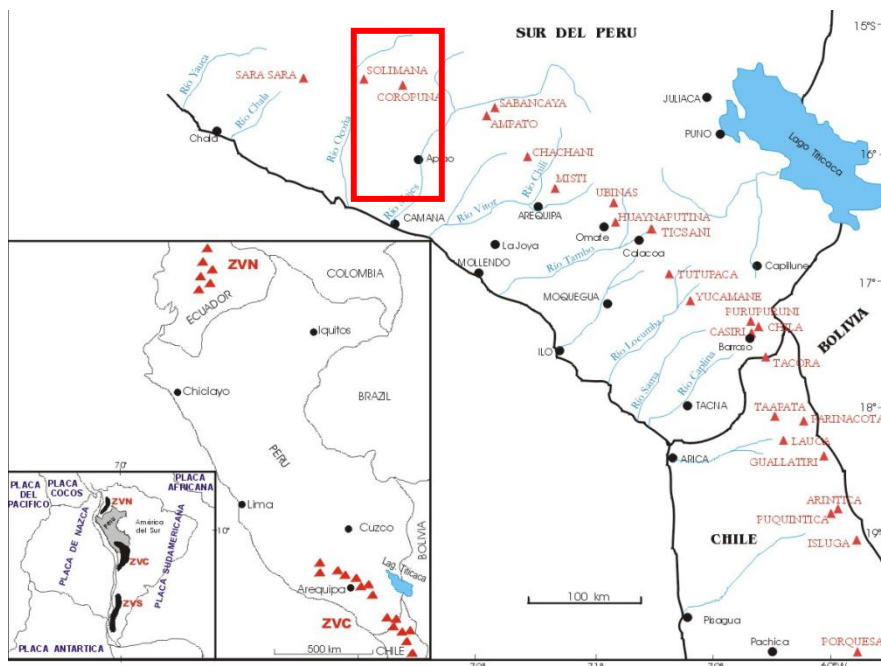


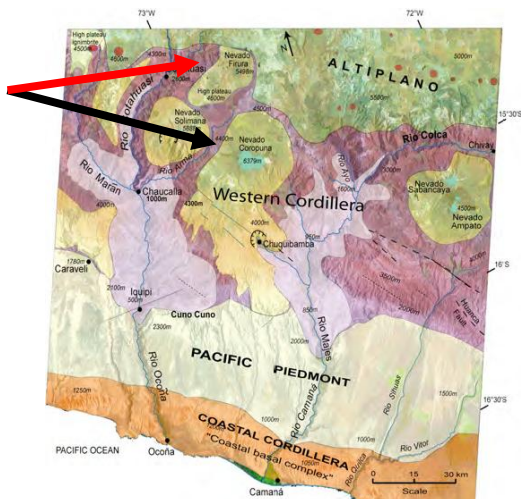
Figura 1. El cuadrado rojo muestra el área de estudio. Los triángulos color rojo muestran la ubicación de los volcanes activos en el Sur de Perú.

### Aspectos geológicos

El arco volcánico del sur de Perú conforma la Zona Volcánica Central (CVZ, sigla en inglés) enmarcada entre las latitudes 15°- a 28°-S.

Los volcanes neógenos de la CVZ son la expresión morfológica de un amplio conjunto de fenómenos que se desencadenan durante la génesis, el ascenso y la erupción de esos magmas, por lo que las intrusiones magmáticas pueden traducirse finalmente en una variada tipología de edificios (Olschusky, E. & Dávila, D., 1994).

La litología predominante en la zona de estudio son ignimibritas del plioceno de naturaleza andesítica-dacítica (Thouret et al., 2008).



< Figura 2. Patrón geológico del área de estudio. Los volcanes Firura y Coropuna (señalados con flechas roja y negra respectivamente) muestran en color gris marrón secuencias de ignimibritas cuyas dataciones radiométricas arrojan una edad de 5 MA (Thouret, et al., 2010).

### Depósitos de avalanchas de escombros (DAE)

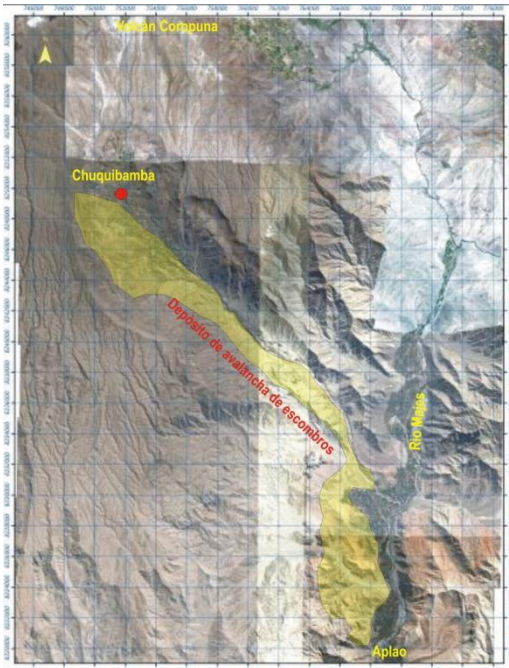
La ocurrencia de las avalanchas de escombros está relacionada frecuentemente con la puesta al descubierto de materiales que se inestabilizan como consecuencia de la descompresión, por gravedad, cuando se produce un sismo severo, etc. La erosión

diferencial de las capas, que conforman las vertientes, también constituye un importante factor de inestabilización, incrementando la susceptibilidad de todo el conjunto de masa inestable.

En el extremo NW de Arequipa, se ha reconocido dos eventos de avalancha de escombros en los valles de Majes y Cotahuasi, en las inmediaciones de las localidades de Chuquibamba y Cotahuasi, respectivamente. Estos eventos tienen relación a la actividad de los volcanes Coropuna y Firura.

El volcán Coropuna está constituido por una estructura basal del Plioceno inferior (parcialmente destruida y altitudes comprendidas entre 4200 y 5000 msnm), sobre la que, durante el Plioceno superior y el Pleistoceno, se ha levantado un conjunto de edificios colindantes, cuyas cumbres superan los 6000 m. En la actualidad, el área de cumbres del Nevado Coropuna está cubierta por un sistema glaciar de 50 km<sup>2</sup> aproximadamente. Se trata de la masa de hielo tropical más grande de la Tierra, superada sólo por el casquete glaciar Quelcaya de la cordillera oriental de los Andes Centrales, y es la mayor superficie glaciar que está emplazada sobre volcanes (Ubeda, 2010).

El basamento, sobre el que se ha edificado el complejo volcánico Nevado Coropuna, consiste en una secuencia de niveles litológicos con propiedades diferentes (resistencia mecánica o química, permeabilidad, porosidad, solubilidad), que la acción combinada del levantamiento tectónico y la erosión fluvial han dejado al descubierto en las escarpadas vertientes de los valles. Posteriormente, la erosión diferencial de esos niveles desestructuró el conjunto, inestabilizándolo y generando las condiciones propicias para que sucediesen grandes deslizamientos, como consecuencia de sismos tectónicos, colapsos gravitatorios o por las causas explicadas líneas arriba.



#### - Avalancha de escombros Chuquibamba

El volcán Coropuna aparece emplazado sobre un conjunto de deslizamientos gigantes que afectaron el borde del altiplano generando las depresiones de dimensiones kilométricas en las inmediaciones de la localidad de Chuquibamba. Los depósitos de la avalancha de escombros se extienden vertiente abajo por decenas de km y están profundamente incididos por la red de drenaje. Las parcelas agrarias ocupan las laderas de topografía escalonada. Los depósitos se desplazaron vertiente abajo conformando la topografía escalonada en la que se asienta la localidad de Chuquibamba.

< Figura 3. Depósito de avalancha de escombros en Chuquibamba delimitado en color amarillo, las flechas de color negro indican la dirección de flujo de la avalancha y las flechas color celeste la dirección de las aguas del río Majes.

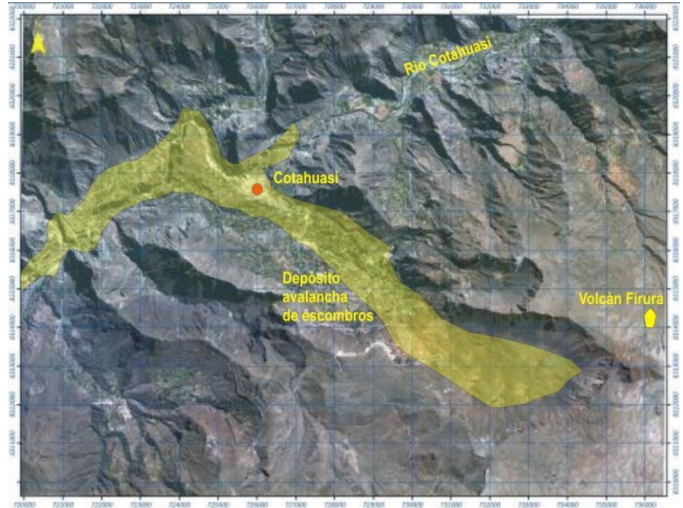
#### - Avalancha de escombros Cotahuasi

El poblado de Cotahuasi se emplaza sobre un depósito de ignimbritas que obturó el río del mismo nombre. Este depósito provino de un evento de avalancha de escombros por el colapso de un cráter antiguo del volcán Firura, en el borde del altiplano con un desnivel de más de 2000 m. La dinámica que experimenta el material en el interior del flujo produce transformaciones en sus componentes que influyen en la naturaleza del proceso. Las ignimbritas tienen tendencia a triturarse muy

rápida durante la avalancha, generando una fracción fina que engloba a las partículas de mayor tamaño, y constituyen una masa que se desplaza velozmente valle abajo y se deposita de una sola vez. Todo este proceso genera una topografía escalonada en donde se localiza la localidad de Cotahuasi.

Figura 4. >

Depósito de avalancha de escombros en Cotahuasi delimitado en color amarillo. Las flechas color negro indican la trayectoria del evento, la flecha en color celeste, el sentido de flujo del río Cotahuasi, el contorno celeste muestra la zona de represamiento temporal y la línea color negro discontinua el borde del cráter colapsado.



## Conclusiones

- Las avalanchas de escombros son uno de los tipos de movimientos en masa- fenómenos geológicos de superficie - más destructivos que existen. Estos eventos se caracterizan por enterrar y destruir lo que encuentran a su paso y alteran enormemente la topografía.
- La génesis y mecánica de estos eventos viene siendo estudiadas desde 1980 hasta la actualidad, existiendo eventos catastróficos a nivel mundial. Se conocen eventos de gran magnitud en México, Colombia, Perú, Chile entre otros.
- En el Perú, se ha identificado este tipo de eventos en la Región Arequipa, en los volcanes en las inmediaciones de los valles de Colca, Cotahuasi y Majes. También en otros volcanes pero no se han tomado en cuenta en este estudio.
- El depósito de avalancha de escombros en Cotahuasi conforma un colapso de un edificio volcánico constituido por ignimbritas pliocénicas que generaron una avalancha de escombros que se emplazó aguas abajo en el valle del río Cotahuasi recorriendo 45 km aproximadamente en dirección SSW, bloqueando el drenaje del río y represándolo, con las siguientes dimensiones: 90 km<sup>2</sup> de área y 1.6 km<sup>3</sup> de volumen.
- La avalancha de escombros que se originó en las inmediaciones de la localidad de Chuquibamba fue provocada por el colapso de estructuras volcánicas en la parte alta del altiplano adyacente al volcán Coropuna, los depósitos de la avalancha son de naturaleza ignimbrítica de edad pliocena. Los materiales del evento recorrieron 26 km aguas abajo en dirección SW encajando el río Majes en las inmediaciones de la localidad de Aplao. El área total que cubre el depósito de avalancha de escombros se estima en 70 km<sup>2</sup> y un volumen aproximado de 0.9 km<sup>3</sup>.
- El conocimiento de la fenomenología de este tipo de eventos es importante para la toma de medidas de mitigación y prevención de desastres.

## Referencias

- Olschusky, E. & Dávila, D., 1994. Geología de los cuadrángulos de Chuquibamba y Cotahuasi. Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico del Perú (INGEMMET), Lima (Perú), 118 pp.
- Thouret, J.C., Mamani, M., Wörner, G., Paquereau-Lebti, P., Gerbe, M.C., Delacour, A., Rivera, M., Cacya, L., Mariño, J. & Singer, B., 2008. Neogene ignimbrites and volcanic edifices in southern

- Peru: Stratigraphy and time-volume-composition relationships, 7th International Symposium on Andean Geodynamics (ISAG 2008), Niza (Francia), pp. 545-548.
- Thouret JC, Yanni Gunnell and DE la Rupelle A. (2010) Canyon incision, volcanic fill, and re-incision rates in southwest Peru: proxies for quantifying uplift in the Central Andes. Geophysical Research Abstracts Vol 12, EGU 2010.
  - Ubeda J. (2010) El impacto del cambio climático en los glaciares del complejo volcánico Nevado Coropuna. Tesis Doctoral. Universidad Complutense de Madrid, España, 542p.

#### **7.4- DEGRADACIÓN DE SUELOS POR EROSIÓN HÍDRICA EN LA LLANURA CENTRAL DE CÓRDOBA. CÁRCAVA DE CORRALITO. ARGENTINA**

**(1)Jorge A. Sanabria; (1)Raúl Paredes; (2)Sivio Ambrosino; (1,3)Sabrina Rouzaut**

(1) Escuela de Geología. F.C.E.F. y N. U.N.C. Av- Velez Sarsfield 1611. X5016 CGA. Córdoba.

jorgesanab@yahoo.com.ar

(2) CONICET - INA - CIRSA. Av. Ambrosio Olmos 1142. Córdoba. (3)

Becaria CONICET

#### **RESUMEN**

Los procesos de erosión en la región central de Córdoba, entre los ríos Xanaes y Ctlamochita, generan una degradación de suelos de extraordinaria magnitud, por la importancia económica que ello representa. En la Plataforma Basculada, las cárcavas son las geofomas más notables de erosión hídrica. Por este proceso se pierden suelos de alto valor productivo, que son irre recuperables, y que tienen consecuencias, en la no rentabilidad por no poder ser explotados, y además, provocan una disminución en el valor de venta las tierras. Por otro lado, el sedimento que se erosiona, sepulta suelos, con un daño tal vez de menor cuantía que en el área de carcavamiento

#### **INTRODUCCIÓN**

La erosión hídrica en la región central de Córdoba, que comprende la erosión *sensu stricto*, el transporte y la sedimentación, presenta un problema grave para los productores agrícolas del área ubicada entre las localidades de Corralito y Oncativo. Las dos manifestaciones de erosión más notables, en arroyada difusa y cárcavas, son frecuentes en el área, y las causas, si bien tienen un origen natural por las condiciones climáticas y las características del sedimento, se ven ampliamente estimuladas por la acción antrópica. En los últimos 35 años, estos procesos se han intensificado de manera acelerada, sobre todo en el área que se ubica entre los ríos Xanaes (Segundo) y Ctlamochita (Tercero), con límite al norte entre las coordenadas 31° 54' S- 64° 15' O y 31° 47' S- 63° 48' O y límite al sur entre los 32° 65' S- 64° 12' O y 32° 01' S- 63° 40' O (Fig. 1).

Se han conjugado precipitaciones extremas, cambio en el manejo del suelo (introducción de la soja a principio de la década del '70'), pendientes y la susceptibilidad erosiva del loess.

La consecuencia más grave es la presencia de cárcavas de gran magnitud (por extensión y dimensiones), que han generado problemas de transitabilidad y pérdida efectiva de ectáreas cultivables, por un lado, y además sepultamiento (degradación) de suelos de alto valor productivo. La cárcava denominada de Corralito es un caso paradigmático, porque es la de mayor longitud y dimensión (20 km de largo aproximadamente), con una gran pérdida de sedimentos que se depositan sobre suelos cultivables.

Esta posee un rumbo oeste- este, y se ubica sobre el paralelo 32º 00' S, entre los meridianos 64º 02'

Sanabria *et al.* (1996) aplicaron el mismo método de susceptibilidad a la erosión hídrica en la Depresión Periférica, con resultados parecidos.

Sanabria *et al.* (2004) analizan la erosión hídrica en la región central de Córdoba, y concluyen que es un fenómeno generalizado en las asociaciones geomorfológicas Depresión Periférica y Plataforma Basculada.

Sanabria *et al.* (2005). realizan un análisis general sobre los procesos de erosión hídrica en la Vertiente Oriental de la Sierra Chica, la Depresión Periférica y la Plataforma Basculada; destacando la erosión de márgenes que se produjo en el Río Anizacate en la primera asociación geomorfológica, con consecuencias graves para la población de la región.

Argüello *et al.* (2006) analizan la génesis y evolución de la erosión hídrica en la Depresión Periférica, considerando la importancia que tiene la incorporación de la soja en la década del 70, en el sentido en que estimula los procesos erosivos.

Argüello *et al.* (2009) llevan a cabo un estudio que relacionan las precipitaciones con la génesis de la cárcava de Corralito y destacan una lluvia de carácter excepcional que ocurrió en el año hidrológico 1978- 1979 de 1348 mm.



Figura. 1. Ubicación del área en estudio



Figura 2. A la izquierda la cárcava y la derecha el área de depositación

### MATERIALES Y MÉTODOS

Para el análisis del área se utilizaron fotografías aéreas a escala aproximada 1:20.000, R43- 91; R44- 72; R45- 64; R46- 78; R47- 80; R48-94; R49- 188; R50- 69; R51- 74 y R52- 12, del año 1970, las fotografías C04- 19 a 25 a escala aproximada 1:50.000 del año 1995 y la imagen Google del año 2010.

En una primera etapa se analizó la imagen Google a los fines de determinar los sectores a relevar. Para estimar el volumen del material removido se aplicó el método de las “Secciones Consecutivas Relacionadas”, que es el más adecuado para el estudio de estructuras alargadas y delgadas, como son las cárcavas. Para esto se eligieron tres sectores representativos sobre la imagen satelital mencionada, con comportamientos espaciales semejantes. El Sector I se extiende desde la cabecera de la cárcava hasta la ruta que une las localidades de Despeñaderos y Río Tercero; el II acompaña a la ruta mencionada hasta 2 km al NO de Corralito y el III, desde este punto, con sentido O-E, hasta el comienzo de la depositación.

Dada la gran extensión de la cárcava y la complejidad debido a la presencia de otras cárcavas secundarias y las irregularidades de los perfiles transversales, en el Sector I se escogieron once (11) puntos para relevar y posteriormente confeccionar las secciones transversales respectivas; en el sector II cuatro (4) y en el sector III nueve (9). El ancho y la profundidad se midieron con cinta métrica, apoyado en imagen Google.

Para determinar el volumen entre dos (2) secciones consecutivas, primero se calculó la superficie de cada una, se determinó una superficie media entre ambas y se lo multiplicó por la distancia que las separa. Para obtener el volumen total del material faltante, es decir removido de cada Sector, se realizó la sumatoria de todos los volúmenes de los prismas entre perfiles consecutivos. En la figura 3 se muestran secciones transversales tipos de la cárcava en cada sector.

La superficie de las áreas sepultadas y la de los sitios testigos se determinaron con el programa Google Earth.

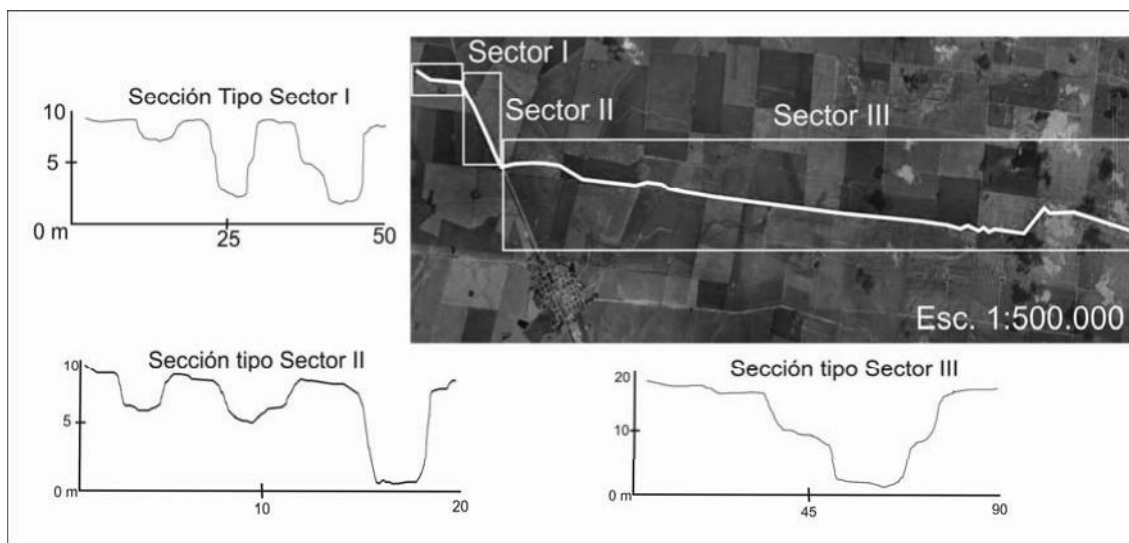


Figura. 3. Sectores con secciones transversales tipo.

### GEOMORFOLOGÍA, SUELOS, CLIMA Y ESTRATIGRAFÍA.

Geomorfológicamente, se distinguen dos asociaciones claramente definidas: a occidente, acompañando a la Sierra Chica de Córdoba, desde la Sierra Las Peñas al sur y Jesús María al norte, se ubica la Depresión Periférica (Capitanelli, 1979). Esta es una fosa tectónica, controlada por sistemas de fallas de rumbo meridional, con desniveles de hasta 50m a la altura en la localidad de Despeñaderos. Hacia el este se ubica la asociación Basculada (Capitanelli *op. cit.*), que presenta una inclinación muy suave hacia el oriente. Internamente se distinguen dos subasociaciones: la Plataforma Basculada Ondulada y la Plataforma Basculada Plana. (Sanabria y Argüello, 2003). (Fig. 4).

Los procesos de erosión hídrica se manifiestan de manera diferente en las dos unidades. En la Depresión Periférica, el proceso dominante es la arroyada difusa en los bordes y se observan algunas cárcavas de escasa magnitud.

En la Plataforma Basculada, por el contrario, la presencia de cárcavas de grandes dimensiones es lo dominante, y la arroyada difusa tiene una menor importancia.

Los suelos del área se encuentran comprendido en las Hojas 3363--32 "Oncativo" (1987) y la Hoja 3363- 1- Río Tercero (2003). En la primera, en los sectores de interfluvios, ubica la Serie Oncativo y en las líneas de escurrimiento la Serie Manfredi. Las dos series de suelos son clasificadas como de clase IIIc, es decir que son suelos de alta productividad con una ligera limitación climática.

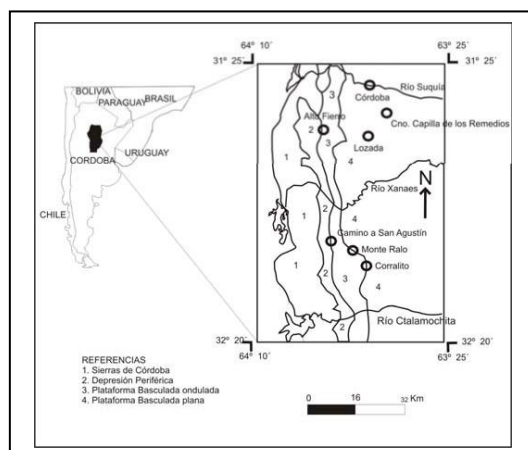
En la Hoja Río Tercero, en la Plataforma Basculada Ondulada, la Serie se denomina Corralito, y tiene una Capacidad de Uso IIIec.

De acuerdo a Argüello *et al.* (2006), el clima de la región es mesotermal, con veranos cálidos. La precipitación normal anual, según la Estación de Corralito es de 789mm para una serie de registro continuo de 75 años, con un máximo de 1348 mm para el año hidrológico 1978/1979.

Desde el punto de vista estratigráfico se resalta que el material superficial que cubre estas dos unidades, está representado por la Fm. Cordobense (Doëring, 1907) constituida por limos loésicos y loessoides, (Argüello *et al.* 1998), con predominio de limos gruesos, altamente



susceptibles a la erosión hídrica.



< Figura.4. Mapa de ubicación de las unidades geomorfológicas.

### MANEJO DE SUELOS

La región presenta dos etapas claramente En la primera etapa comienzan los procesos erosivos hídricos con moderada intensidad. En la segunda, la erosión se intensificó abruptamente, debido a la coincidencia de la preparación de la cama de siembra y el comienzo las lluvias de primavera- verano.

La Fig. 5 muestra claramente las diferentes intensidades de los procesos erosivos definidos en el manejo de los suelos. La primera, a principios del siglo 20, cuando comenzó el desmonte para incorporar las tierras a la agricultura y la ganadería. La segunda, durante la década del 1970, cuando se introduce el cultivo de la soja, con una labranza de tipo convencional, y un paulatino abandono de la ganadería.

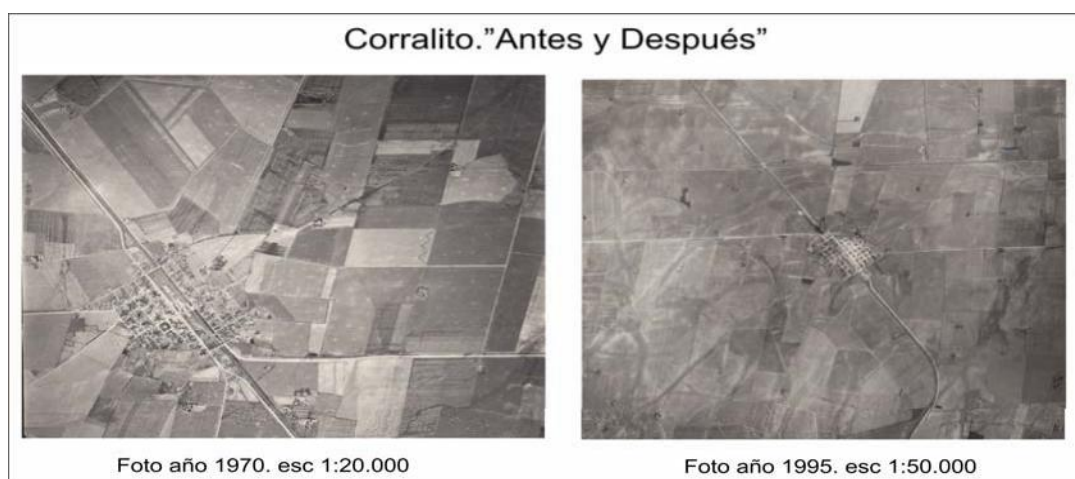


Figura. 5. A la izquierda, fotografía aérea del 1970. A la derecha, fotografía aérea del año 1995. Se observa alrededor de la localidad de Corralito las diferentes intensidades de los procesos erosivos.

### RESULTADOS

Se observa claramente dos aspectos del sistema de erosión de la cárcava de Corralito (Fig.2) Por un lado, las cárcava en si mismo, ubicada al oeste del sistema de erosión, y por otro lado, la pluma de sedimentación, al este. (Fig 2).

La cárcava, que comenzó su desarrollo en el año 1978 (Argüello, *et al.* 2006), se extiende en el sentido oeste-este, excepto en una corta distancia al oeste, que acompaña a la ruta que une las localidades de Monte Ralo y Río Tercero, con una longitud total aproximada de 20 km.

Su morfología interna es compleja y presenta en algunos sectores, un nivel de terraza importante, que indicaría dos eventos climáticos significativos. Uno de ellos en el año 1978 (Argüello *op. cit.*) y el otro en el año 2001, que fue de 240 mm en 1 hora 45 minutos, con un pico de 180 mm en la primer hora (Fig. 6). (comunicación personal Ing. Agr. Rossiano ).



Figura. 6. A la izquierda se observa un nivel de terraza. A la derecha se observa la irregularidad interna de la cárcava.

A lo largo de su trayecto se presentan dos “saltos” erosivos muy notables, que han sido denominados Corralito I y Corralito II (Fig. 7).

La profundidad máxima aproximada que tiene Corralito I en la actualidad es de 15 m y un ancho de 3 m y Corralito II es de 20m, con un ancho de 40m. El ancho máximo observado en todo el recorrido se ubica al final de la cárcava y es de 100m aproximadamente ( $32^{\circ} 00' S$  y  $64^{\circ} 05' O$ ). Al final de su recorrido, se resuelve en una bifurcación, que se complementa con canales de evacuación realizados por los productores afectados.



Figura. 7. A la izquierda Corralito I y la derecha Corralito II-

El cálculo por cubillaje aproximado de materiales erosionado en la cárcava, sin considerar las secundarias, es de 6.319.283 m<sup>3</sup>. (Ver Tabla I).

SECTOR	LONGITUD	VOLUMEN
I	1.350 m	228.696 m <sup>3</sup>
II	2.000 m	314.000 m <sup>3</sup>
III	16.121 m	5.776.587 m <sup>3</sup>
	19.471 m	6.319.283 m <sup>3</sup>

Tabla 1. Longitud y volumen erosionado calculado para los tres sectores

La pluma de sedimentación se ubica en una línea de escurrimiento de rumbo ENE- SSO y cubre una superficie de 1576 has. El área cubierta es discontinua, con cárcavas de pequeñas longitudes y dimensiones en todo su recorrido. El espesor del sedimento no ha sido calculado por la gran

variación que presenta. Los sectores en donde el sedimento se ha acumulado con mayor potencia coinciden con las cubetas o lagunas temporarias, que de acuerdo a lo expresado por los productores puede llegar hasta a los 3 m.

### GRADO DE AFECTACIÓN POR SEPULTAMIENTO DE LOS SUELOS EN SITIOS ESPECÍFICOS

A los fines de estimar el daño producido, se consideraron tres casos testigos y se expresan en porcentaje de pérdida de calidad de suelos en hectáreas. (Fig.8)

En el sitio 1, sobre una superficie de 638 has, han sido afectadas 212 has (33%); en el sitio 2, sobre 175 has es de 55 has (31%) y en el sitio 3, sobre 94 has, es de 50 has (53%).

### CONCLUSION

El área en estudio presenta dos sectores bien definidos, el de carcavamiento y el de sedimentación. En el primero, la cárcava, produjo daños muy importantes porque afecta no solo a la transitabilidad y la desaparición de un camino vecinal, sino que además, en ciertos sectores, fueron afectados suelos de alta productividad. El total de sedimento erosionado es de 6.319.283 m<sup>3</sup> aproximadamente.

El segundo sector, el de sedimentación, el área afectada es de 1576 has., y en los casos testigos se evidencia en porcentajes, de qué manera, propiedades pequeñas han visto disminuido su potencial agrícola, con el consiguiente perjuicio económico.

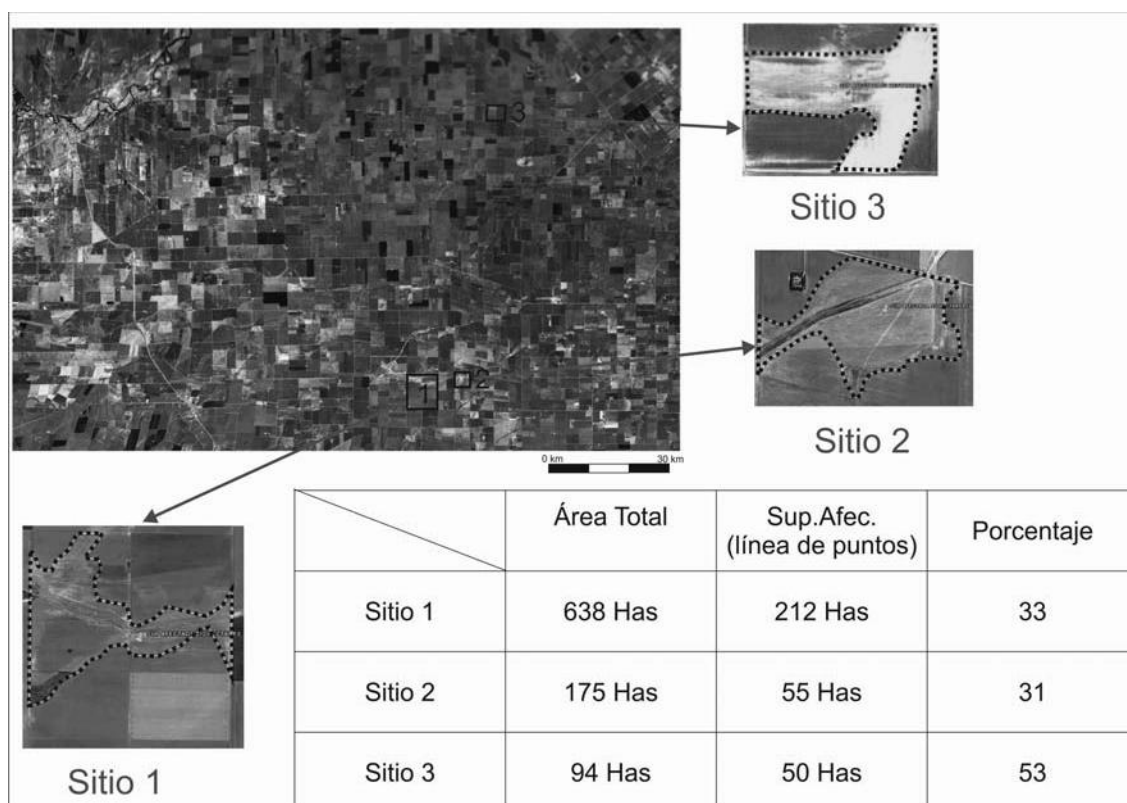


Figura.8. Sitios testigos de pérdida de calidad de suelos por sepultamiento.

**REFERENCIAS**

- Argüello, G.; Sanabria, J. A.; Balbis, A.. Caracterización textural de materiales parentales loésicos entre La Lagunilla y San Agustín (Depresión Periférica), Prov. de Córdoba. XVI Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo. Carlos Paz. Córdoba. 1998.
- Argüello, G. L.; Dasso, C. M.; Sanabria, J. A. Effects of intense rainfalls and their recurrence: Case study in Corralito ravine, Córdoba Province, Argentina. Edición especial de Quaternary International. Holocene Environmental Catastrophes in South America: from the Lowlands to the Andes. Vol 158 - December 2006. ISSN 1040-6182. Editores Piovano, Villalba, Leroy. Pág 140-146. 2006.
- Argüello, G. L.; Dasso, C. M.; Sanabria, J. A. Afectación de suelos por erosión hídrica en un sector de la Depresión Periférica, Córdoba, Argentina. Publicación en la página Web y en el CD del IV Congreso Nacional de La Ciencia del Suelo en Tarija, Bolivia. Página de la Universidad Autónoma de Juan Misael Saracho. 2006.
- Argüello, G.; Dasso, C.; Sanabria, J. Relación entre génesis de cárcavas y lluvias intensas en la zona central de la Provincia de Córdoba. Ed. INGEMA. ISBN 978- 987- 9390- 90. 2009.
- Bassola, P.; Sanabria, J. A.; Mansilla, L. Susceptibilidad a la erosión de los suelos. Método de Van Zuidam y Cancelado modificado. 6to. Simposio Brasileiro de Geología y 1º Encuentro Geológico del Cono Sur. Porto Alegre. Brasil. 1995.
- Capitanelli, R. Capítulo V. Geomorfología. En: Boldt (Eds) Geografía Física de Córdoba. Bs. As. Pp. 213- 297. 1979.
- Carta de Suelos de la República Argentina. Hojas 3363--32 "Oncativo" (1987)
- Carta de Suelos de la República Argentina Hoja 3363- 1- "Río Tercero" (2003)
- Doëring, A. La formation Pampèene de Córdoba. Revista del Museo de La Plata 14: 461- 465. 1907.
- Sanabria, J.; Argüello, G.; Manzur, A. Aplicación del Método de Van Zuidam y Cancelado, para la evaluación de la erosión en un sector de la Depresión Periférica, Prov. de Córdoba, Argentina. XIII Congreso Latinoamericano de Suelos. Aguas de Lindoia. San Pablo. Brasil.1996.
- Sanabria, J. A.;Argello, G. Aspectos geomorfológicos y estratigráficos en la génesis y evolución de la Depresión Periférica, Córdoba. II Congreso Argentino de Cuaternario y Geomorfología. Tucumán. 2003.
- Sanabria, J. A.; Argüello, G. L.; Dasso, C .M. 2004. Erosión hídrica en el centro de la provincia de Córdoba. Caracterización general. Sinergia Primer Congreso de Geotecnia, Presas y Geología. Córdoba, 18 al 23 de octubre de 2004. Resumen en actas y trabajo completo en CD. 2004.
- Sanabria, J. A.; Argüello, G. L.; Dasso, C. Hydric Erosion Processes in Córdoba plain. Volumen de Abstracts del Congreso de ICSU DARK NATURE – IGCP 490 Third Joint Meeting "Holocene environmental catastrophes in South America: From the lowlands to the Andes". Pág 63- 69. 2005.

## 7.5- RIESGO DE CONTAMINACIÓN DE ACUÍFEROS EN EL AMBIENTE URBANO DE LA CIUDAD DE CATAMARCA. ARGENTINA

**Fátima Edith Vilches<sup>1</sup>, Susana Estela Fuentes<sup>1</sup>, Juan Antonio Verón<sup>1</sup> y Luis Iraul Palomeque<sup>1,2</sup>**

<sup>1</sup>Facultad de Tecnología y Ciencias Aplicadas. Universidad Nacional de Catamarca

<sup>2</sup>Dirección Provincial de Saneamiento Ambiental. Ministerio de Salud. Gobierno de Catamarca  
fatimavilches58@yahoo.com.ar

### RESUMEN

El presente estudio se integra en el Proyecto de investigación “Criterios y Estrategias de adecuación sustentable del sistema natural a las solicitudes de la planificación urbana territorial: el caso Río El Tala–Ongolí, San Fernando del Valle de Catamarca”, del cual se realizó una cartografía geo-ambiental integrada a un informe final, en el que se hará un diagnóstico situacional del acuífero del ambiente urbano. Se aplicó una metodología de trabajo que consiste en un estudio socio-ambiental aplicado a los Recursos Naturales y Riesgos Urbanos. Se realizó un inventario exhaustivo que ayudó a identificar las áreas de mayor riesgo y vulnerabilidad presentes y que pueden afectar al acuífero, influenciado por el proceso de urbanización y desarrollo de la ciudad.

Se confeccionará un balance impacto-desarrollo mediante matrices, a partir de la identificación de actividades que producen impactos ambientales positivos y negativos de significación cualitativa. Con los resultados obtenidos, se aportará información de los impactos sobre el ambiente subterráneo.

**Palabras Claves:** Catamarca, Acuífero, Ambiente Urbano.

### INTRODUCCION

La urbanización sumado al desarrollo industrial, tiene profundos impactos sobre el ciclo hidrológico, tanto cuantitativa como cualitativamente. El bombeo excesivo del agua subterránea genera hundimiento de tierra, con su consecuente daño en estructuras urbanas, el descenso del nivel freático, problemas de salificación; y la eliminación incorrecta de los residuos sólidos urbanos e industriales, todos problemas que contribuyen al deterioro de la calidad del agua en las fuentes acuíferas.

La provincia de Catamarca con su particular régimen de lluvias y la escasez del recurso hídrico, es vulnerable a estos impactos, si no se actúa con previsión y prevención.

### MATERIALES Y METODOS

Los trabajos se realizarán en dos etapas. En la primera se analizarán los datos provenientes del recurso subterráneo. De carácter multidisciplinario, comprende las áreas técnicas de clima, geología, geomorfología, suelos y vegetación, usos del territorio, usos del suelo y agua, hidrología, hidrogeología, estudio del marco legal, identificando los principales impactos. En la segunda etapa, sobre la base de los resultados obtenidos se confecciona el balance de impacto-desarrollo mediante matrices para desarrollar y proponer un plan de manejo ambiental aplicado al recurso subterráneo. En este estudio se presentan parcialmente los resultados obtenidos en la primera etapa.

La metodología se basa en: recopilación de antecedentes sobre el recurso hídrico, su aprovechamiento, planes de manejo, evaluaciones de base relacionada con los recursos, búsqueda y análisis de información legal histórica y actual, además de recopilación de información sobre el aprovechamiento del recurso a nivel de la región en general.

Relevamiento, sistematización y análisis de la bibliografía específica y caracterización de la situación base a partir de: procesamiento de cartografía geológica y topográfica escala 1:200.000.

Caracterización del Recursos Hídricos (superficial y subterráneo) a partir de información topográfica y descriptiva de la cuenca; registros pluviométricos; registros de caudal; información geológica y usos del suelo para aplicar técnicas de uso frecuente en hidrología.

Caracterización geológica, económica-social, aprovechamiento (uso del agua y del suelo), flora y fauna.

Mapas temáticos.

Análisis a partir de matrices. Listas de chequeos. Identificación de los principales impactos.

Elaboración de una metodología para concretar un plan de manejo ambiental (en ejecución).

La información hidrogeológica incorporada en este estudio fue obtenida de la Dirección de Recurso Hídricos y Evaluación de Proyectos del Gobierno de Catamarca, asimismo los perfiles integrales de perforaciones, datos históricos de los Censos Hidrológicos de 1982 y 2006.

## **RESULTADOS**

Las unidades hidrogeológicas del área regional se mensuraron en términos de su capacidad de almacenar y transmitir agua. Se clasificaron las unidades de acuerdo con el tipo de acuífero (libre, semiconfinado) y se determinaron las zonas de recarga y descarga. Con la cartografía hidrogeológica existente, se elaboró un inventario de pozos (perforados y cavados), y estimación de la evolución temporal de los niveles freáticos y dirección de las líneas de flujo subterráneo.

Se Identificaron las acciones susceptibles de causar impactos sobre los factores del medio con más posibilidades de sufrir efectos que se muestran en el Cuadro I, con relaciones para la fase de explotación.

Para la identificación y evaluación de los potenciales impactos ambientales de las diferentes acciones o actividades, se utilizó el método presentado por Conesa Fernández Vítora en la Guía Metodológica para la Evaluación de los Impactos Ambientales. Las características ambientales han sido adaptadas a las existentes en el entorno considerado.

CUADRO I

Clasificación	Acciones o Proyectos en ejecución	
	Denominación	Código
Desarrollo en etapa de construcción y operación de las distintas actividades que pueden generar impacto sobre el acuífero.	Desarrollo de Hábitos y costumbre poblacional	AC1
	Planes de ordenación del territorio	AC2
	Proyectos agropecuarios	AC3
	Repoblaciones forestales	AC4
	Proyectos de vías de comunicación y aeropuerto	AC5
	Proyectos de construcción de presas	AC6
	Proyectos de construcciones industriales	AC7
	Proyectos de construcción de plantas de energía	AC8
	Proyectos de industrias extractivas	AC9
	Proyectos de depuración de aguas residuales	AC10
	Vertedero e incineración de residuos solidos	AC11
	Camping	AC12
	Aeropuerto	AC13

## CONCLUSIONES

El recurso agua en cualquier ecosistema debe asegurar su permanencia para garantizar las funciones fundamentales en los sistemas naturales; y suplir la demanda social en condiciones de sustentabilidad ambiental.

Los resultados obtenidos aportarán información valiosa e identificará cuáles son las acciones o proyectos más impactantes; en un entorno que permite el manejo de valores cuantitativos, combinado con apreciaciones cualitativas subjetivas; sobre el acuífero que puede llegar a ser impactado o contaminado por las actividades antrópicas en la ciudad de Catamarca.

Las autoridades gubernamentales deben realizar una intervención adecuada sobre la ocupación y uso del territorio, buscando alcanzar un balance equilibrado entre el crecimiento urbano y la conservación del medio ambiente. La ciudadanía debe estar informada sobre las causas y consecuencias de esa actividad para defender y cuidar la calidad del ambiente urbano y del ecosistema.

## REFERENCIAS

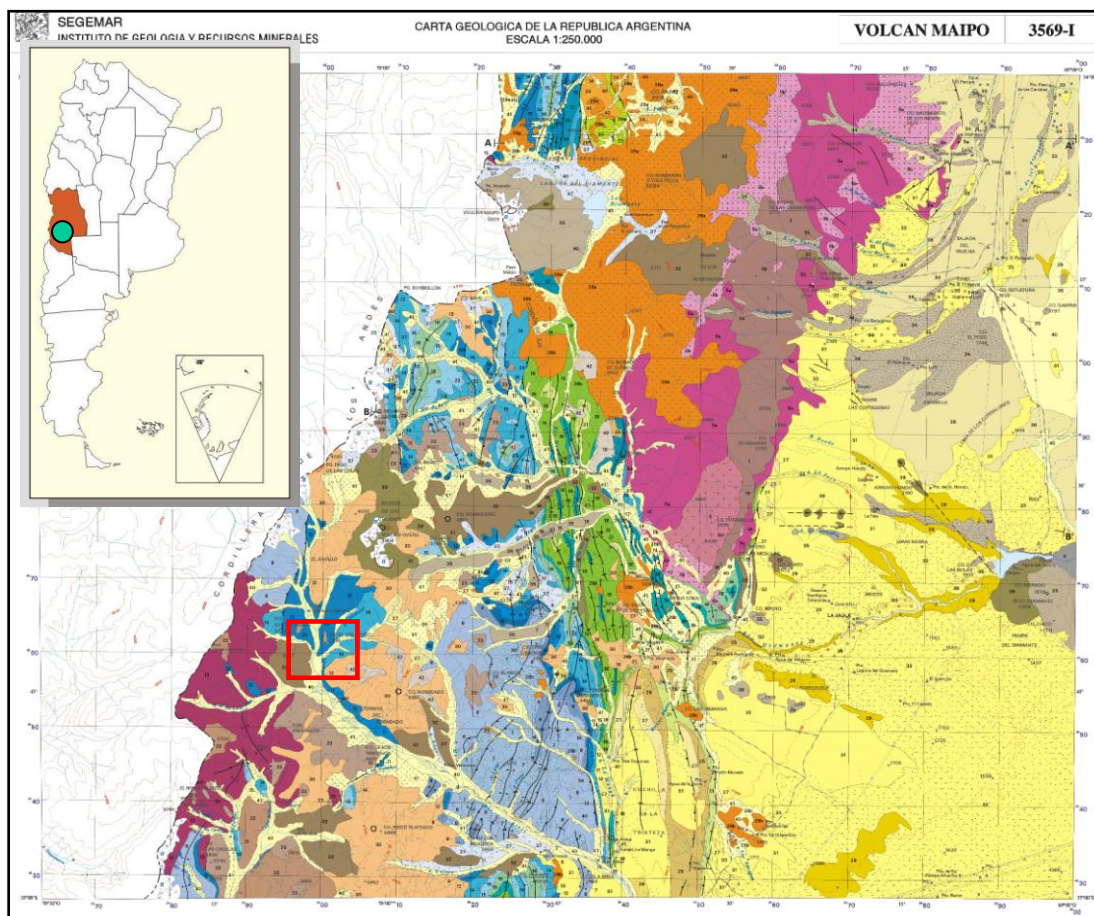
- Coneza Fernández, V. 1997. *Guía Metodológica par la Evaluación de Impacto Ambiental*. 3ª Edición. Madrid. Mundi – Prensa. Pag. 23 – 251.

## 7.6- RIESGO DE COLAPSO EN EL REPRESAMIENTO NATURAL LAGUNA ATUEL, PROVINCIA DE MENDOZA, ARGENTINA.

**Mario Rosas<sup>1</sup> y Carlos Wilson<sup>2</sup>**

1. Servicio Geológico Minero Argentino. Av. España 1419, piso 8 (5500) Ciudad de Mendoza, Argentina. rosasquintana@yahoo.com.ar
2. Servicio Geológico Minero Argentino. Av. Julio A. Roca 651, piso 10 (1322) Ciudad de Buenos Aires, Argentina. carloswilson71@gmail.com,

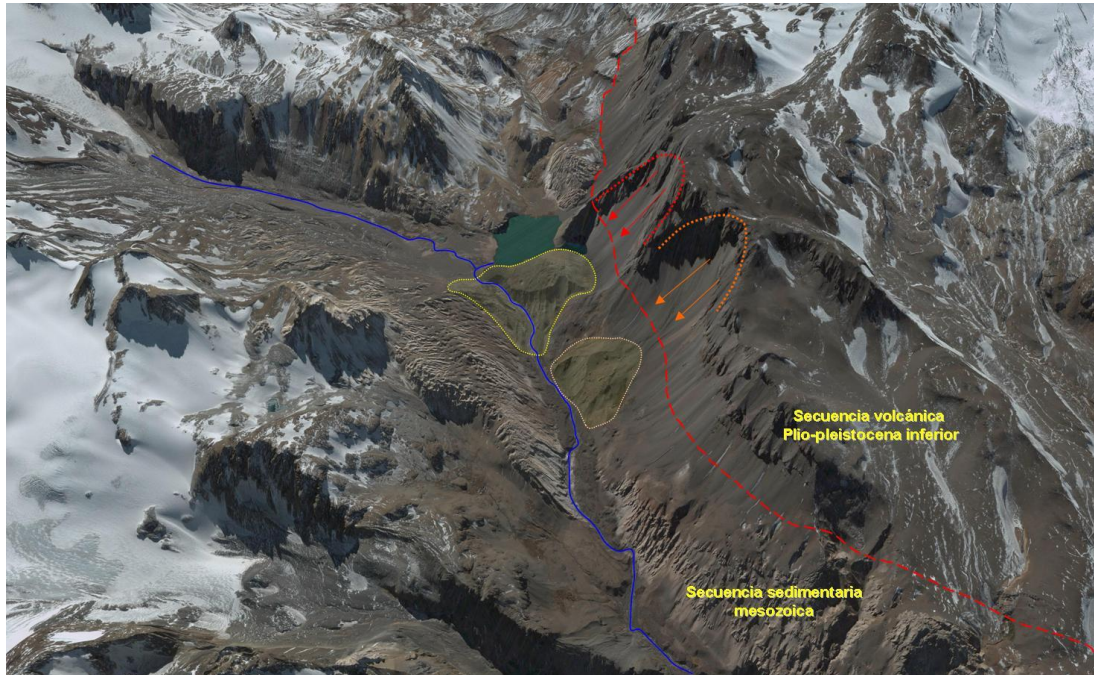
La laguna Atuel es un lago de altura (3200 m) que da origen a uno de los ríos más importantes de la provincia de Mendoza, el río Atuel (Fig. 1). Es un espejo de agua alimentado por dos importantes arroyos que drenan los glaciares ubicados en la divisoria de aguas, cubre una superficie aproximada de 484.000 m<sup>2</sup> e involucra un volumen estimado en 10 millones de metros cúbicos (10.000.000 m<sup>3</sup>).



**Figura 1:** Ubicación de la laguna Atuel en el contexto geológico de la Hoja 3569 –I, Volcán Maipo

El embalse se formó a expensas de un represamiento natural provocado por un enorme colapso (deslizamiento), ocurrido en la margen izquierda del río Atuel, que involucró un vasto sector de las rocas volcánicas presentes en los sectores más altos de la ladera (Fig. 2). El volumen de roca desprendido se volcó completamente sobre el valle provocando su obstrucción total y su porción distal, logró ascender (*run up*) por la ladera opuesta sobre las capas de yeso existentes allí.

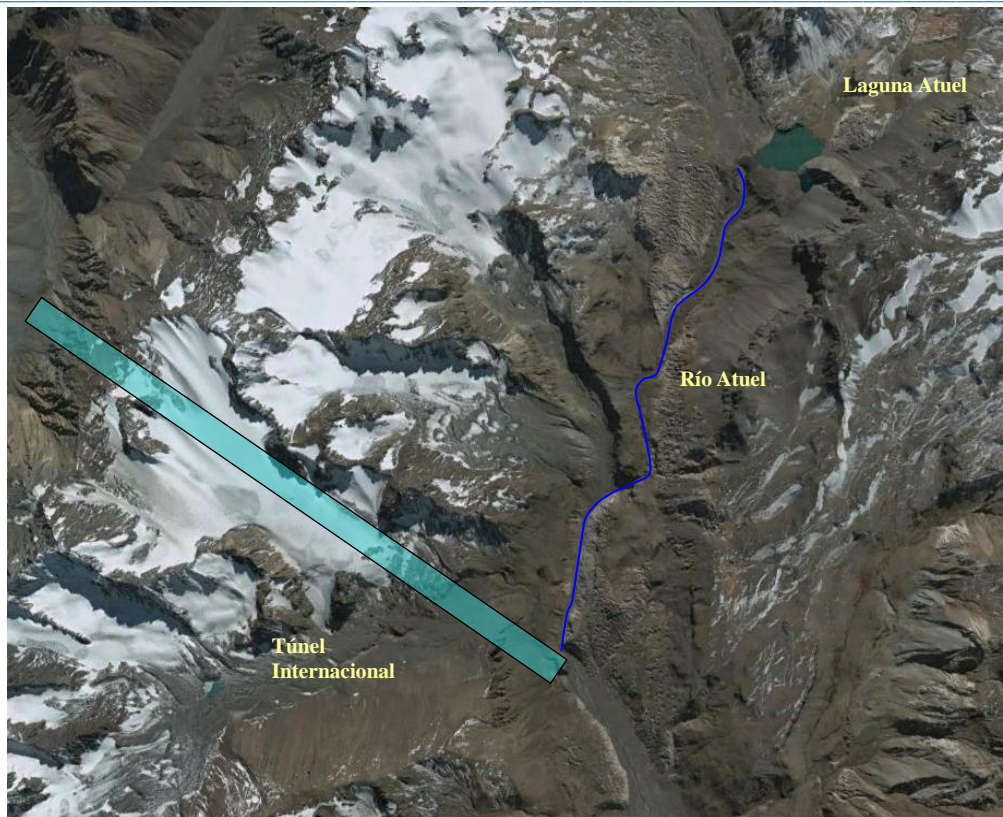




**Figura 2:** Ubicación de la laguna Atuel en el contexto geológico de la Hoja 3569 –I, Volcán Maipo

Para que ese enorme colapso ocurriera existieron una serie de condicionantes previos que determinaron el desarrollo de este proceso. En primer lugar, la relación estratigráfica entre un sustrato compuesto por una secuencia mesozoica integrada por lutitas, areniscas, margas y yesos, soportando el peso de importantes pilas de volcanitas depositadas durante el desarrollo de los arcos volcánicos que tuvieron lugar desde el Oligoceno hasta el Pleistoceno superior. Sobre esta secuencia bastante inestable actuaron los glaciares pleistocenos originando un fuerte empinamiento de las laderas como consecuencia de la abrasión glaciaria, que favoreció además a debilitar la sustentación basal de las laderas. Sumado a esto se produjo un desconfinamiento sobre los laterales de los valles a medida que descendía e iba retrocediendo el hielo glaciar (*glaciar debuttressing*) como consecuencia de la deglaciación durante el Pleistoceno superior.

La masa rocosa que conforma el muro de contención de la laguna presenta condiciones severas de inestabilidad dadas por las características intrínsecas del depósito y del sustrato donde yace, compuesto esencialmente por yeso. La posibilidad de un colapso total del muro es la amenaza potencial más importante que enfrenta la construcción del túnel internacional Paso Las Leñas, cuyo portal estaría ubicado 8 km aguas abajo. En caso de producirse el drenaje súbito de la laguna se originaría un flujo de características catastróficas que descendería de manera canalizada impactando violentamente en las obras de infraestructura previstas para este nexo internacional entre Argentina y Chile (Fig. 3). Una muestra de este proceso fue el derrumbe parcial ocurrido en el frente del muro, el cual generó un flujo que movilizó material detrítico y bloques a lo largo de 2 km por la estrecha garganta del río Atuel.



**Figura 3:** Distancia (8 Km.) entre el represamiento natural laguna Atuel y el futuro túnel internacional Paso Las Leñas,

Finalmente, la precaria estabilidad que evidencia el muro de contención de la laguna Atuel, requiere de especial atención, en virtud del desastre que podría causar un desagüe repentino de ese cuerpo de agua por colapso del dique. Si bien se está realizando un estudio completo sobre las amenazas geológicas en el valle superior del río Atuel, se ha puesto especial énfasis en el sector de la laguna con el propósito de conocer fehacientemente el estado de movimiento de la masa rocosa que constituye el cierre del embalse.

### 7.7- PROPUESTA DE PREVENCIÓN Y RECUPERACIÓN SHINCAL DE QUIMIVIL FRENTE AL RIESGO HIDRICO-LONDRES BELEN- CATAMARCA

**Adriana E. Niz<sup>1,2</sup>, Jorge A. Oviedo<sup>2</sup>, Juan C. Toledo<sup>2</sup>, Perea Alejandro<sup>2</sup>; & Maldonado Patricia<sup>2</sup>**

(1) Cátedra de Geomorfología – Facultad de Tecnología y Ciencias Aplicadas- UNCa

(2) Instituto de Monitoreo y Control de la Degradación Geoambiental (IMCoDeG)- Facultad de Tecnología y Ciencias Aplicadas- UNCa - aniz@tecno.unca.edu.ar

#### RESUMEN

El sitio arqueológico Shincal de Quimivil, se ubica en el Departamento Belén, en la provincia de Catamarca, Argentina, a los 27° 41 11" latitud Sur y 67° 10 44" longitud Oeste y una altitud de 1170 m.s.n.m. El clima es árido continental, con precipitaciones irregulares, violentas, y torrenciales, las temperaturas superan 40° C en verano y presenta una vegetación de tipo monte achaparrado y

xerófitas. Estas ruinas representan uno de los yacimientos arqueológicos más importantes encontrados hasta el momento en la región, forman parte de un importante centro administrativo ocupado por el imperio Inca o Tawantisuyo entre 1471 y 1536 después de Cristo.

El sitio está intensamente degradado debido a la erosión hídrica superficial que se manifiesta desde procesos de empipamiento, surcos de canalización de la escorrentía, hasta alcanzar a generar cárcavas de importantes dimensiones que afectan las estructuras del sitio. La presencia de *ctenomys opimus*, favorecen el empipamiento como proceso inicial estimulando la erosión hídrica, ya que sus cuevas ofrecen una vía de infiltración que contribuye al escurrimiento hídrico subsuperficial

El objetivo de esta investigación fue identificar, mapear, mensurar y clasificar las diversas manifestaciones debidas a la actividad hídrica y proponer medidas de recuperación y prevención, que permitan la puesta en valor turístico del sitio.

La actividad consistió en realizar el reconocimiento de campo; el relevamiento geomorfológico del área; identificación de contornos susceptibles de erosión en las cárcavas mayores y determinación de susceptibilidad ante el carcavamiento, de las vías de escurrimiento incipientes que atraviesan el sitio, se realizó el relevamiento planialtimétrico total del Sitio, de manera de georreferenciar el conjunto de cárcavas, las vías principales de escurrimiento superficial y las estructuras afectadas.

La cartografía se realizó mediante digitalización de imágenes Satelitarias Landsat 7, cedidas por CONAE, georeferenciamiento de geoformas mediante uso GPS Trimble, para el relevamiento planialtimétrico se utilizó la estación total Pentax R315 NX.

Se han reconocido y cartografiado cinco cárcavas denominadas: CI, CII (a y b), CIII y CIV y tres vías de escurrimiento superficial principales (V1, V2 y V3) que alimentan a las cárcavas CI, CIII y CIV respectivamente. Se concluye que, para concretar la recuperación y mitigación frente a la erosión hídrica, se debe realizar el relleno de cárcavas mediante la construcción de gaviones escalonados; para el escurrimiento interno se programa un sistema de canalización provista de boca de tormenta que permita deprimir la inundación y menguar la erosión laminar, de forma similar se deberán canalizar las vías de escurrimiento que alimentan las cárcavas. Se ha analizado la dinámica de los ríos Quimivil y Seco, de los cuales se extraerá el material de relleno, determinando el método de extracción de manera de restringir el impacto en la estabilidad de los cauces y evitar posibles anegamientos aguas abajo como consecuencia de la extracción de importantes volúmenes de material. El relleno interno se realiza en dos capas, áridos en la capa inferior y suelos en la capa superior, una vez estabilizado el suelo, se hará la reforestación del área de intervención, utilizando vegetación autóctona.

Palabras clave: Erosión hídrica, cárcavas, remediación, sitio arqueológico.

## 7.8. LA GEOGRAFÍA DE LOS RIEGOS NATURALES. EXPERIENCIAS LOGRADAS EN LA CARRERA DE GEOGRAFÍA DE LA U.N.T.

**Sergio Ricardo Jerez**

sjerez73@gmail.com

### RESUMEN

El trabajo resume las experiencias logradas desde la educación universitaria ante temas vinculados con los fenómenos naturales extremos que impactaron en sociedades vulnerables.

El Departamento de Geografía de la Facultad de Filosofía y Letras de la Universidad Nacional de Tucumán incorporó a su currícula de plan de estudios, la que fue modificada en el año 2005, contenidos vinculados a los riesgos de la naturaleza en una asignatura de plan denominada "*Geografía de los Sistemas Naturales I (Geodinámica)*". También, a partir de ese año, se incluyó en carácter de asignatura optativa la denominada "*Geografía de los Riesgos Naturales*" destinada a los alumnos de los últimos cursos de la Carrera de Geografía. Esta innovación curricular surgió como respuesta a la resolución de Naciones Unidas N° 42-169 de diciembre de 1987 y ratificada a posterior en el año 1998 donde se ponía en marcha el Decenio Internacional para la Reducción de los Desastres Naturales (DIRDN 1990-2000).

Al ser la Facultad de Filosofía y Letras formadora de formadores educativos, docente para los diferentes niveles educacionales y los geógrafos, profesionales preocupados por la estrecha vinculación entre la sociedad y el entorno natural, se entendió con acierto las metas propuestas por el Decenio Internacional (DIRDN) que era la de mitigar los eventos calamitosos por medio de renovados diseños educativos.

Se partió de la idea que un fenómeno geodinámico peligroso que afecta a una población puede desestabilizarla de tal modo que la llevaría hacia una desorganización social importante produciendo problemáticas geográficas de difícil solución como: migraciones, pérdidas de empleos, pérdidas de la producción, variaciones en tasas demográficas, impedimento al desarrollo sustentable, etc.

La valiosa ayuda de los numerosos materiales recibidos desde la Conferencia Interamericana sobre Reducción de los Desastres Naturales celebrada en el año 1994 en Cartagena de Indias (Colombia), más la generosa colaboración del CENAPRED (Centro Nacional para la Prevención Desastres) de México, además de otras instituciones como la Cruz Roja y Media Luna Roja, nos permitió darle a las asignaturas mencionadas ("*Geografía de los Riesgos Naturales*" y "*Geografía de los Sistemas Naturales I Geodinámica*") la incorporación de nuevas terminologías y enfoques renovados analizando las diferentes amenazas naturales que potencialmente podrían afectar el medio local, más los tres tipos de vulnerabilidades: a) física, b) estructural, c) social, situaciones estas que conducen al riesgo.

La confección de un plan de trabajo de la cátedra consistió en elaborar una cartografía de localidades impactadas por fenómenos naturales extremos en la provincia de Tucumán, usando como datos de base los registrados por la Dirección Provincial de Defensa Civil, organismo que depende de la gobernación provincial.

Varios fueron los trabajos de investigación que se realizó desde aquella modificación al plan de estudios, proyectos de investigación avalados por el CIUNT denominados "Vulnerabilidad Ambiental y Socioeconómica en un Espacio Geográfico de Alto Riesgo Sísmico de la Provincia de Tucumán: Ciudad de Trancas y su área de influencia" Proyecto de Investigación 2005-2008, y "El Riesgo Sísmico y la Vulnerabilidad Social y Económica a Escala Urbana en la Cuenca de Tapia-Trancas (Provincia de Tucumán)" Proyecto de Investigación 2008-2012, que posibilitó la participación de alumnos de la Carrera de Geografía, de ese modo se estimuló la gestación de tesis de graduación elaborada por alumnos de los cursos mencionados.

Numerosos viajes de estudios permitieron hacer observaciones de campo y determinar el grado de responsabilidad humana ante los eventos calamitosos, con el fin de desmitificar que todo impacto procede de la furia de la naturaleza.

Los diseños educativos resultantes, los viajes de estudios a espacios y comunidades impactadas, las encuestas realizadas en el terreno, tanto en áreas urbanas como en rurales, acercaron a los educandos a comprobar que son las poblaciones de escasos recursos las que más padecen los fenómenos naturales.

Localidades afectadas por movimientos sísmicos en las provincias de Santiago del Estero, Catamarca, Tucumán, Salta, fueron destinos para hacer observaciones de campo, si bien estos fenómenos no fueron de alta intensidad, hicieron daños por la pobreza de los habitantes más que por la energía liberada por el sismo.

La síntesis de los trabajos investigación y su metodología de trabajo, las dificultades que debimos afrontar al implementar las dos asignaturas mencionadas, los logros conseguidos, las debilidades y fortalezas que pudimos observar en las comunidades para admitir que un desastre no es producto de la fatalidad, las dificultades que debimos sortear para la obtención de informaciones confiables que nos permitan efectuar motivadores diseños educativos, será la razón de esta comunicación.

## **7.9- REDUCCIÓN DEL RIESGO DE CONTAMINACIÓN EN EL DRENAJE ÁCIDO DE MINA (DAM) MEDIANTE TRATAMIENTO CON BACTERIAS REDUCTORAS DE SULFATOS (BRS)**

***Elda Marina Zotto; Olga Teresita Regalado; Fernando Torres; Adriana Sofía Tua.***

*Instituto de Investigaciones Mineras (IDIM). Facultad de Tecnología y Ciencias Aplicadas.*

*Universidad Nacional de Catamarca.*

*Dirección: Maximio Victoria Nº 55. (4700) Catamarca. Argentina.*

### **RESUMEN**

Todas las industrias mineras presentan como un gran problema ambiental el drenaje ácido de mina (DAM), también llamado drenaje ácido de roca (DAR), generado en forma natural pero que se acelera cuando los minerales sulfurados removidos se ponen en contacto con el oxígeno y el agua. El agua residual ácida, rica en minerales disueltos, presenta condiciones favorables para la actividad biológica, particularmente las especies "Acidithiobacillus

Ferrooxidans” actúan como catalítico biológico del proceso en piritas. Un tratamiento del DAM consiste en su neutralización por métodos químicos que son de alto costo y baja eficiencia y poco aplicable a escala comercial.

Una alternativa de solución al problema es su reducción mediante la aplicación de bacterias reductoras de sulfatos (BRS), estas bacterias tienen la habilidad de reducir los sulfatos a sulfuro de hidrógeno y se unen fácilmente con metales para formar precipitados poco solubles los que se eliminan de la solución en una forma estable. Los sulfuros precipitados bacterianos de metal pueden ser recuperados y reciclados.

## INTRODUCCION

Las bacterias del hierro son un grupo de bacterias aerobias a las cuales se les ha reconocido la capacidad de precipitar hierro en el agua, además de su capacidad para depositar hidróxido férrico alrededor de sus células, y excretar polisacáridos extracelulares los que se han descrito de aspecto mucilaginoso, gelatinoso, o mucoso, que reviste la superficie externa de la pared celular de los organismos o vainas y sirve como sitio para la acumulación de hidróxido férrico precipitado. Este material extracelular comienza a impregnarse e incrustarse con óxidos de hierro, resultando una masa mucosa coloreada de rojizo o parduzco que tipifica el crecimiento de estas bacterias en ambientes naturales.<sup>(1)</sup>

Las bacterias del hierro puede encontrarse en sistemas de distribución de agua y perforaciones, siendo consideradas importantes agentes de ensuciamiento biológico como resultado de la doble capacidad de excretar mucilagos extracelulares y precipitar grandes cantidades de hidróxido férrico, lo cual produce, en casos extremos, severas obturaciones en los filtros de las perforaciones, las cuales se evidencian por la disminución del caudal motivada por el descenso del nivel dinámico debido a la reducción del área libre en los filtros.<sup>(2,3,4)</sup>

Existen antecedentes de ensuciamiento biológico y obturación de conducciones de agua y perforaciones en muchas provincias Argentinas, (Gariboglio, Miguel A.), hasta 1.993 se habían detectado en Catamarca, Mendoza, Entre Ríos, Prov. de Buenos Aires, La Pampa, Río Negro y Santa Cruz. En el Valle de Catamarca y en la localidad de Quines (Pcia. de San Luis), se ejecutaron diversos ensayos para determinar la presencia de los grupos bacterianos, precipitantes del hierro (BPH), y las bacterias Reductoras del Sulfato (BRS), encontrándose ambas colonias en la mayoría de las perforaciones investigadas.<sup>(2,3,4)</sup>

## LAS BACTERIAS REDUCTORAS DEL SULFATO

Son anaerobias estrictas. Utilizan el  $\text{SO}_4^{=}$  y viven a pH muy variables (entre 0 y 10,5). Reducen los sulfatos y producen  $\text{SH}_2$  y  $\text{H}_2\text{SO}_4$  que producen corrosión en cañerías, filtros y bombas de pozos profundos, en el bombeo dan una coloración negruzca de sulfuros de hierro. El gráfico N°1 muestra las zonas de predominancia de las bacterias del hierro según el par pH/Eh. (diagramas de Pourbaix).

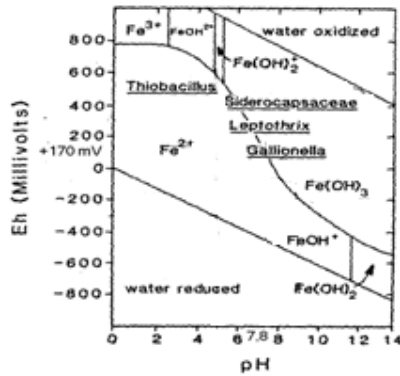


Gráfico 1: Eh vs pH (Hem y Crooper) - Zonas de predominancia de las Bacterias catalizadoras en la lixiviación de minerales y las bacterias reductoras del sulfato (BRS) neutralizadoras del DAM.



Fotografía 1: cultivos positivos de bacterias precipitantes del hierro (isq.) y bacterias reductoras de sulfatos (der.)

### ANTECEDENTES DE BIOREMEDIACIÓN CON BRS

Algunos autores han realizado experiencias de laboratorio con BRS para bioremediar drenajes ácidos de mina. En ellos se han tratado aguas ácidas de mina para remover metales pesados, los ensayos fueron conducidos a investigar si el sulfuro de hidrógeno producido por las bacterias podría ser utilizado para eliminar los metales pesados solubles del DAM. Paralelamente se investigó la cinética de la precipitación de cobre en forma de sulfuros a partir de una solución sintética de  $\text{Cu}^{+2}$  por las BRS a través del contacto en un reactor en tres fases: la primera fase consiste en producir sulfuro de hidrógeno, por las BRS, la precipitación del cobre por el sulfuro de hidrógeno y la filtración de los sulfuros de cobre de la fase líquida. El tiempo de contacto fue de 5-6 días en un reactor "batch" y el precipitado contenía una mezcla de sulfuros de cobre y hierro. Utilizando 2 reactores en serie se logró reducir el tiempo de contacto a unas 8 horas.<sup>(1)</sup>

Se propone realizar pruebas batch con bacterias reductoras de sulfato extraídas de perforaciones, para tratar drenajes ácidos de mina, estudiando particularmente la cinética en la eliminación de cobre y hierro, componentes que se encuentran generalmente en exceso en las aguas de minas.

### Bibliografía:

1. "Bioremediation of acid mine drainage contaminated by SRB". Alena Luptakova & Maria Kusnierova. Hydrometallurgy 77 (2005) pp 97-102.
2. "Corrosión e incrustación microbiológica en sistemas de captación y conducción de agua". Aspectos teóricos y aplicados. Gariboglio, M.A.; Smith, Stuart, A. Consejo Federal de Inversiones. (1.993).
3. "Métodos adoptados en el Valle de Catamarca para prevenir incrustación y corrosión en perforaciones por bacterias del hierro. Torres, F. Seminario sobre corrosión e incrustación bacteriana en perforaciones. Sec. de Ciencia y Tecnología de Catamarca. (1.992)
4. Memorias Técnicas Perforaciones: La Blanca N°1, La Blanca N°2, La Blanca N°3, Don Jesús N°1 y Don Jesús N°2. Torres, F. (1.997).

## 7.10- CÁLCULO DE PARÁMETROS MORFOMÉTRICOS PARA DETERMINAR RIESGO DE INUNDACIÓN EN SUBCUENCAS DEL RÍO COSQUÍN, CÓRDOBA, ARGENTINA.

**Cesar A.Torielli<sup>1,2</sup>, Lilyán del V. Mansilla<sup>1</sup>, Liliana B. Regis<sup>1</sup>**

(1) Departamento de Geología Básica, Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. Universidad Nacional de Córdoba.

ctoriell@efn.uncor.edu, lmansilla@efn.uncor.edu, lilianaregis@hotmail.com

(2) Departamento de Computación, Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. Universidad Nacional de Córdoba.

ctoriell@efn.uncor.edu

### RESUMEN

Se realizó la caracterización de un afluente del Río Cosquín, Provincia de Córdoba. Mediante el análisis de sus principales parámetros morfométricos. Para el análisis en detalle se subdividió la cuenca en tres subcuencas, Cuenca Norte, Central y Sur.

Los parámetros morfométricos evaluados son: Relación de bifurcación, relación de longitud, densidad de drenaje y coeficiente de compacidad o índice de Gravelius, indicadores cuantitativos de los elementos que influyen en la magnitud y variabilidad de los procesos hidrológicos. Se presta particular atención al riesgo de inundación considerando las características poblacionales del área.

Palabras clave: Morfometría. Córdoba. Fluvial. Drenaje.

### INTRODUCCIÓN

Las Sierras Pampeanas de Córdoba, son un conjunto de cordones de rumbo submeridiano que corresponden a bloques de falla de carácter compresivo, separados por valles tectónicos longitudinales. El basculamiento de los bloques mayores hacia el este, produjo una morfología asimétrica del sistema serrano, con un faldeo occidental de pendiente muy abrupta (abrupto o escarpe de falla), y el faldeo oriental tendido (espaldón tendido del bloque), que se desarrolla con una pendiente más suave hacia el este (Gordillo y Lencinas, 1979).

El Valle de Punilla de orientación NNO-SSE, se encuentra enmarcado entre las Sierras Chicas y Grandes de Córdoba, está densamente poblado motivo por el cual se torna importante considerar los factores de riesgo de inundación, originado por las escorrentías superficiales que confluyen en el Río Cosquín, que en el sector de estudio constituye el eje longitudinal del mencionado valle.

Constituye el área, un basamento metamórfico-plutónico de edad precámbrica superior a eopaleozoica. Lencinas (1971). El paisaje pertenece a la Provincia Geomorfológica de las Sierras Pampeanas, Subregión del Cordón Oriental de las Sierras Grandes, en la vertiente occidental del Valle de Punilla. El diseño de avenamiento de la cuenca en estudio es dendrítico-angular.

### UBICACIÓN

El área de trabajo se encuentra en las estribaciones orientales de las Sierras Grandes entre las coordenadas 31º 13' 05'' - 31º 14' 47'' de Latitud Sur y 64º 30' 50'' - 64º 28' 07'' de Longitud Oeste.



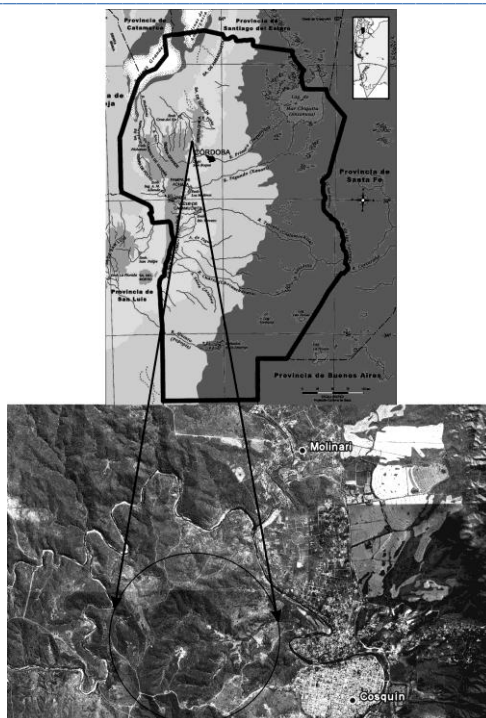


Figura 1. Mapa de ubicación de la zona de estudio

### **MATERIALES Y METODOLOGÍA**

Se trabajó con tripleta de Fotografías Aéreas ortoscópicas. FA central: R35-59 FA norte R35-60 FA sur R35-58. Analizadas mediante estereoscopio de espejos Topcon. Las cartas topográficas: Cascada de Olaen (20j 13-14) año 1986 y Cosquín (20j 15-16), año 1972, elaboradas por la Dirección Provincial de Minería de Córdoba, a escala 1:25.000.

La Imagen Satelital Landsat 5 I=TM10 Path 229, Row 000 del 26/06/1998, procesadas mediante el Visualizador de Imágenes CONAE Fast Format – SVD para Imágenes Landsat 5y7.

La morfometría fluvial se realizó, procesando la información geográfica con el software “TNTmips”. Los parámetros morfométricos fueron evaluados mediante el uso de capas vectoriales independientes, jerarquizadas por órdenes.

Se consideró lo planteado por Horton (1945) quien: “... determinó la norma que regía el grado de bifurcación entre los cursos de órdenes sucesivos, al comprobar que el número de cursos de un orden dado decrece sistemáticamente con el incremento del orden del curso. Esta genera una progresión geométrica de orden 3-5, aunque puede llegar a valores máximos de 7. Por tanto, al relacionar el número de segmentos de un orden determinado con el número de orden se obtienen rectas de regresión que corresponden a funciones exponenciales negativas. Las áreas de las cuencas de los cursos de los diferentes órdenes siguen esta misma pauta, mientras que la progresión geométrica que relaciona el orden de los cursos con la longitud de sus canales es similar pero de razón positiva...” Sala Sanjaume y Batalla Villanueva, (1996).

### **PARÁMETROS HIDROGEOMORFOLÓGICOS**

El área posee una superficie total de 3,9104 Km<sup>2</sup> y comprende tres subcuencas, Norte, Central y Sur.

Los cauces se jerarquizaron según Horton, resultando las tres subcuencas de 4º orden.

La subcuenca Norte posee un perímetro de 5480 m y una superficie de 1.231.020,8 m<sup>2</sup>, se encuentra surcada por 12.716 m de cauces, que se distribuyen de la siguiente forma: 6.756 m de primer orden, 3.725 m de segundo orden, 658 m de tercer orden y 1.577 m corresponden al cauce de cuarto orden.



Figura 2. Subcuenca Norte con cauces jerarquizados

La subcuenca Central posee un perímetro de 6.508 m y una superficie de 1.349.424,6 m<sup>2</sup>, la surcan 12.417 m de cauces, que se distribuyen de la siguiente forma: 7.079 m de primer orden, 2.615 m de segundo orden, 1.686 m de tercer orden y el cauce de cuarto orden, mide 1.037 m.



Figura 3. Subcuenca Central con cauces jerarquizados

La subcuenca Sur posee un perímetro de 6.070 m y una superficie de 1.330.000 m<sup>2</sup>, surcada por 11.148 m de cauces, que se distribuyen de la siguiente forma: 5.773 m de primer orden, 2.764 m de segundo orden, 958 m de tercer orden y 1.653 m corresponden al cauce de cuarto orden.

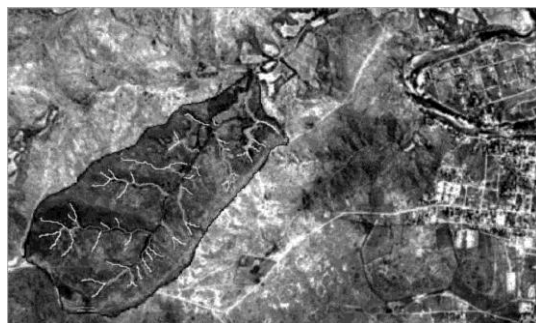


Figura 4. Subcuenca Sur con cauces jerarquizados

Las longitudes lineales de cauces se ponderan para cada subcuenca, considerando el número de cauces correspondientes a cada orden.

Tabla 1. Longitudes medias de los cauces de distintos órdenes para cada subcuenca.

Subcuenca	Cauces 1º Orden		Cauces 2º Orden		Cauces 3º Orden		Cauces 4º Orden	
	N <sub>1</sub>	L media (m)	N <sub>2</sub>	L media (m)	N <sub>3</sub>	L media (m)	N <sub>4</sub>	L media (m)
Norte	52	129,92	14	266,07	3	219,33	1	1577,00
Central	53	133,57	12	217,92	3	562,00	1	1037,00
Sur	47	122,83	11	251,27	2	479,00	1	1653,00

### Relación de bifurcación

A partir del número de cauces de cada orden se calculó la Relación de bifurcación existente entre el número de segmentos de un orden dado y los de orden inmediato superior. La 1º Ley de Horton (op.cit) representa el grado de ramificación de la red de avenamiento.

$$R_b = N_u / N_{(u+1)}$$

R<sub>b</sub>: Relación de bifurcación

N<sub>u</sub>: número de segmentos de un orden dado

N<sub>(u+1)</sub>: número de segmentos de un orden inmediato superior.

El número total de segmentos de cauces de órdenes sucesivos forma una progresión geométrica inversa, en la cual el primer término es la unidad y la razón es la relación de bifurcación. Los cauces de primer orden son los más abundantes y disminuyen en número a medida que aumenta el orden de los mismos.

Tabla 2. Relación de bifurcación entre cauces de órdenes sucesivos, para cada subcuenca.

Subcuenca Norte			Subcuenca Central			Subcuenca Sur		
Orden	Nº Cauces	Rb	Orden	Nº Cauces	Rb	Orden	Nº Cauces	Rb
N <sub>1</sub>	52	3,71	N <sub>1</sub>	53	4,42	N <sub>1</sub>	47	4,27
N <sub>2</sub>	14		N <sub>2</sub>	12		N <sub>2</sub>	11	
N <sub>3</sub>	3	4,67	N <sub>3</sub>	3	4,00	N <sub>3</sub>	2	5,50
N <sub>4</sub>	1	3,00	N <sub>4</sub>	1	3,00	N <sub>4</sub>	1	2,00

Uno de los factores que interviene en el valor de R<sub>b</sub> es la cobertura vegetal. Cuando ésta es abundante ofrece una mayor retención del agua que en aquellas áreas carentes de esta protección. Por el contrario, aquellas zonas de escasa vegetación o que han sufrido una deforestación intensa, provocan un aumento de la escorrentía superficial, observable por la presencia de abundantes incisiones y torrentes incipientes, y con ello un importante potencial erosionable por acción lineal y laminar.

Cuando la Relación de bifurcación presenta valores bajos se incrementa la peligrosidad por inundación debido a la concentración brusca de la escorrentía en pocos cauces, que muestran un marcado retardo de evacuación alcanzando picos de crecida importantes, Sala y Gay, (1981). A mayor R<sub>b</sub>, mejor jerarquización de la cuenca y menor es el peligro relativo de inundación.

Se consideran valores típicos en cuencas de montaña a R<sub>b</sub> que oscilan de tres a cinco.

### La relación de longitud

Cuando se consideran las longitudes medias de los cauces de los diferentes ordenes, se observa que en general los segmentos de 1º orden son los de menor longitud y ésta se va incrementando a medida que se hace mayor el número de orden.

La longitud media idealmente se triplica cada vez que aumenta el número de orden.

La relación de longitud (RL), es la relación que existe entre, la longitud media de cauces de un orden, con respecto a la longitud media de cauces de un orden inmediato inferior.

$$RL = L_u / L_{(u-1)}$$

$L_u$ : Longitud media para los cauces de un orden dado.

$L_{(u-1)}$ : Longitud media para los cauces de un orden inmediato inferior.

Ley de longitud de los cauces de Horton:

“La longitud media acumulada de los segmentos de cauces de orden sucesivos tiende a formar una progresión geométrica, cuyo primer término es la longitud media de los segmentos de 1º orden y tiene por razón una relación de longitud constante” Horton (op.cit).

Tabla 3. Relación de longitud entre cauces de órdenes sucesivos, para cada subcuenca.

Subcuenca Norte			Subcuenca Central			Subcuenca Sur		
Orden	L media (m)	RL	Orden	L media (m)	RL	Orden	L media (m)	RL
N <sub>1</sub>	129,92	2,05	N <sub>1</sub>	133,57	1,63	N <sub>1</sub>	122,83	2,05
N <sub>2</sub>	266,07		N <sub>2</sub>	217,92		N <sub>2</sub>	251,27	
N <sub>3</sub>	219,33	0,82	N <sub>3</sub>	562,00	2,58	N <sub>3</sub>	479,00	1,91
N <sub>4</sub>	1577,00	7,19	N <sub>4</sub>	1037,00	1,85	N <sub>4</sub>	1653,00	3,45

### Densidad de drenaje

La Densidad de avenamiento o de drenaje (Dd) es un cociente entre la longitud total de los cursos de agua en una cuenca y el área total de la misma.

$$Dd = \Sigma Lt / At$$

$\Sigma Lt$ : longitud de todos los cauces de todos los órdenes

$At$ : área total de la cuenca

Este parámetro, se relaciona con la litología, la permeabilidad y con la cobertura vegetal. Los materiales geológicos más resistentes tales como granito, gneiss, arenisca y cuarcitas, tienden a originar bajas densidades de avenamiento, debido a que la erosión fluvial se dificulta en los mismos. En materiales deleznable, tales como margas y arcillas, las cuencas por pequeñas que sean, pueden suministrar la escorrentía suficiente como para erosionar el cauce.

Los materiales muy permeables, como las arenas o las gravas tienden a originar bajas densidades de drenaje, dado que la infiltración es grande (...) Una roca débil producirá mucha menos densidad de drenaje en un clima húmedo, donde una espesa cobertura vegetal protege el material subyacente que en una región árida, donde no existe dicha cobertura” Strahler (1957-1986).

Subcuenca Norte		Subcuenca Central		Subcuenca Sur	
Dd		Dd		Dd	
10,33		9,20		8,38	
RHO (medio)	Kc (medio)	RHO (medio)	Kc (medio)	RHO (medio)	Kc (medio)
0,88	1,38	0,53	1,57	0,63	1,47

## CONCLUSIONES

- Los parámetros morfométricos de las tres subcuencas son similares.
- Las relaciones de bifurcación de las subcuencas Norte y Central corresponden a valores 3 de  $Rb_{3/4}$  para ambas subcuencas y máximo de 4,67 en la  $Rb_{2/3}$  en la subcuenca Norte, estos resultados corresponden a valores normales en cuencas de montaña.
- La subcuenca Sur presenta una  $Rb_{1/2}$  de 4,27, este es un valor similar al de las restantes subcuencas, mientras que se eleva el valor en la  $Rb_{2/3}$  a 5,50, este resultado indica morfogénesis antropogénica vinculada al desmonte y a los incendios, respecto al resultado de la  $Rb_{3/4}$  cuyo valor es mínimo (2), responde a causas naturales de control tectónico. Estos resultados indican una pobre jerarquización de la red y en consecuencia advierten que en el sector inferior de la cuenca se puede producir una concentración de los caudales potenciándose el riesgo de inundación.
- Si bien la longitud media de los cauces se incrementa a medida que se hace mayor el número de orden, en las tres subcuencas, no llegan a cumplir la ley de Horton como consecuencia de la heterogeneidad del relieve. Se observa un valor anómalo en la longitud media de los cauces de tercer orden de la Subcuenca Norte que responde a causas estructurales.
- En cuanto a la Segunda Ley de Horton, relación de longitud, se presenta un valor particularmente anómalo en la Subcuenca Norte en la  $RL_{3/4}$ , se debe al sobredimensionamiento del Cauce Principal (Cuarto Orden), esto podría indicar distintas fases erosivas en el desarrollo de la cuenca, y a su vez aporta un factor moderador en la concentración de escorrentía superficial.
- La Densidad de drenaje o de avenamiento manifiesta valores bajos, indicando un bajo potencial erosivo, probablemente debido a la litología del sustrato (basamento cristalino) y a la moderada pendiente del sector. El valor mayor se presenta en la Subcuenca Norte (10,35 km/km<sup>2</sup>) le sigue la Subcuenca Centro (9,20 km/km<sup>2</sup>) y el menor valor de densidad de avenamiento corresponde a la Subcuenca Sur (8,38km/km<sup>2</sup>).
- La evaluación de los datos de  $\rho$  (RHO) obtenidos varían desde 0,53 en la subcuenca Central a 0,88 en la subcuenca Norte indican un potencial erosivo medio en comparación con otras cuencas de la zona.
- El valor del Índice de Gravelius o Coeficiente de compacidad (Kc), indica la posibilidad de que se produzcan crecientes repentinas por concentración simultánea de picos de caudal, responde a las morfologías de las Subcuencas que posibilitan distintos tiempos de concurrencia de las aguas provenientes de las precipitaciones. Las tres subcuencas presentan este parámetro morfométrico con valores próximos a la unidad. Del análisis comparativo de las subcuencas resulta que es mayor

la peligrosidad en la Subcuenca Norte ( $k_c = 1,38$ ), le sigue la Sur ( $k_c = 1,47$ ) y la Central ( $k_c = 1,57$ ) es la que menor posibilidad de producir una creciente repentina presenta.

.- Las subcuencas Norte, Central y Sur aportan su caudal al Río Cosquín precisamente cuando éste comienza a transcurrir por la zona urbana de la ciudad homónima. En la desembocadura de estas subcuencas se encuentran abundantes parcelas de cultivos y viviendas rurales, ellas aportan acción antropogénica que se suma deterioro natural del área, motivo por el cual se justifica y es conveniente continuar con un exhaustivo análisis del sector en estudio.

#### REFERENCIAS:

- Gordillo, C. & A. Lencinas, *Sierras Pampeanas de Córdoba y San Luis*. En Leanza, A.F. (ed.) *Geología Regional Argentina*, Academia Nacional de Ciencias, 1-39, Córdoba, 1979.
- Horton, R. Erosional development of streams and their drainage basins: Hydrophysical application of quantitative morphology. *Bull. Geol. Soc. América*. 56, EE.UU, 1945.
- Lencinas, A. N., Geología del Valle de Punilla entre Bialet Massé y La Cumbre, Provincia de Córdoba. *Boletín de la Asociación Geológica de Córdoba*, Tomo I(2), 61-70, 1971.
- Sala Sanjaume, M. & R. Batalla Villanueva, *Teoría y Métodos en Geografía Física*. Ed. Síntesis. Madrid, 1996.
- Sala, M. & R. Gay, Algunos datos morfométricos de la cuenca del Isábena. *Notes de Geografía Física*, 4. Departamento de Geografía, Universidad de Barcelona. Barcelona. 41-65, 1981
- Strahler, A.N. Quantitative analysis of watershed morphology, *Transactions of the American Geophysical Union*, 38, 913-920, 1957
- Strahler, A. *Geografía Física*. Ed. Omega. Barcelona, España. 1986

#### 7.11- CONSORCIO GLOBAL DE UNIVERSIDADES PARA LA GOBERNANZA INTEGRADA DEL RIESGO: UNA PLATAFORMA PARA LA NUEVA GENERACIÓN DE INVESTIGADORES EN ENFOQUES MULTI Y TRANS-DISCIPLINARIOS

##### **TANCREDI, Elda**

Universidad Nacional de Luján y IHDP-Argentina. Oficina Regional Latinoamericana del IRG Project-Global University Consortium. eldatancredi1@gmail.com ; tancredi@mail.unlu.edu.ar

#### RESUMEN EXTENDIDO

Es la intención de esta propuesta presentar el recientemente constituido Consorcio Global de Universidades –GUC- que funciona en el marco del Proyecto Gobernanza Integrada del Riesgo –IRG-, del Programa Internacional sobre Dimensiones Humanas del Cambio Ambiental Global –IHDP-. Este consorcio fue iniciado en el marco del Tercer Congreso Anual de la Sociedad internacional para manejo integrado de riesgos de desastres (IDRiM), realizado en Beijing, República Popular China, en el mes de septiembre de 2012.

## **FUNDAMENTOS GENERALES**

La humanidad influye hoy cada aspecto de la Tierra en una escala acorde a las grandes fuerzas de la naturaleza y, como la comunidad científica global ha alertado, se está en presencia de una nueva e incierta era geológica, denominada Antropoceno. Desastres de gran escala, causados tanto por factores humanos y naturales conocidos y desconocidos, y que exceden la capacidad actual de los sistemas socio-ecológicos, amenazan la sustentabilidad global en el contexto de los cambios ambientales globales en general y el cambio climático global en especial. Para enfrentar la creciente complejidad e incertidumbre de estos cambios que desafían a la humanidad del siglo XXI se están desarrollando enfoques sistémicos multiescalares e integrales que sean transversales a las disciplinas científicas así como a los campos de definición de políticas.

De manera cada vez más frecuente, la comunidad académica internacional, desde las Ciencias Sociales y Naturales, trabaja en forma conjunta para el desarrollo de iniciativas de investigación de gran escala y multidisciplinaria, estudiando los sistemas globales desde la integración de los últimos desarrollos sobre complejidad y sustentabilidad, y que sostienen el imperioso fortalecimiento de un diálogo más estrecho con los tomadores de decisiones. En los últimos años programas multi y transdisciplinarios se han iniciado en muchas universidades alrededor del mundo. Para fomentar el desarrollo de estas capacidades, resultan necesarios programas de educación y capacitación sustentadas desde nuevas formas de colaboración entre instituciones educativas, comunidades científico-académicas y decisores. Es en este sentido que, en el mes de septiembre de 2012 se inicia el Consorcio Global de Universidades (GUC) bajo el marco del Proyecto de Gobernanza Integrada del Riesgo (Integrated Risk Governance Project –IRG-) con la meta general de coordinar recursos educativos globales con el fin de responder a los desafíos con formas nuevas de gobernanza hacia un desarrollo territorial sostenible.

## **CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL CONSORCIO GUC-IRG**

En el marco del Programa Internacional sobre Dimensiones Humanas del Cambio Ambiental Global (IHDP) con sede en la Universidad de Naciones Unidas en la ciudad de Bonn, el Proyecto IRG es aprobado en el año 2010, luego de una propuesta realizada por el Comité Nacional Chino del IHDP. Financiado principalmente por el Ministerio de Ciencia y Tecnología de la República Popular de China, cuenta con un Comité Científico Internacional siendo sus directores el Prof. Peijun Shi (Vice-Presidente de la Universidad Normal de Beijing y Vice-Decano de ADREM -Academy for Disaster Reduction and Emergency Management-) y el Prof. Carlo Jaeger (Potsdam Institute for Climate Impact Research PIK, de la Universidad de Potsdam y miembro del comité científico de ECF -European Climate Forum-). Es objetivo de este programa mejorar la gobernanza frente a los nuevos riesgos que exceden la capacidad de respuesta actual de las sociedades, desde el convencimiento de que se necesitan enfoques conceptuales nuevos en el campo del análisis del riesgo, orientando a la vez las investigaciones en las necesidades prácticas de su gobernanza. Los siguientes aspectos son aquí centrales: (1) la necesidad de fortalecer las capacidades institucionales desde los diagnósticos sobre impactos de desastres; (2) la necesidad de fortalecer dichas capacidades para enfrentar los eventos colaterales vinculados a los eventos iniciales; (3) la necesidad de la pronta evaluación acerca de los recursos disponibles ante dichos eventos; (4) la necesidad de evaluación de los roles de los diferentes actores en el diseño de las mejores estrategias frente a los desastres.

La misión del GUC-IRG es adoptar una plataforma internacional de educación multidisciplinaria y programas de capacitación y promover el uso responsable de la ciencia y la tecnología sobre riesgos

y desastres para el beneficio de la sociedad. El objetivo último del consorcio es proveer de una infraestructura organizacional para el logro de dicha misión. Un aspecto central de este objetivo es el desarrollo de un sistema unificado consistente en teorías y métodos científicos sobre desastres y riesgos para asistir a la comunidad científica nacional e internacional y a los tomadores de decisiones políticas. Combinando los recursos de investigación del Proyecto IRG y los recursos educacionales de las universidades miembro, el Consorcio será una plataforma educacional e intelectual para las interacciones entre los mundos de la academia, el sector privado y los gobiernos. Se espera alcanzar sus objetivos desde el fomento de la colaboración académica y administrativa entre los miembros, basada en el desarrollo efectivo de los servicios y programas; el aumento del reconocimiento del consorcio y las instituciones que lo constituyen a través del desarrollo de estándares internacionales; promoción del establecimiento de nuevos centros académicos y programas educativos; la unificación de recursos (especialistas, tecnologías, laboratorios) y la coordinación de esfuerzos para la implementación de programas de investigación desarrollados por diferentes universidades.



El consorcio vinculará divisiones estructurales específicas de las universidades (facultades, centros de investigación, programas) y sus respectivos grupos integrantes. El consorcio GUC-IRG se dará su propia organización, de acuerdo con los intereses de las universidades e instituciones. Las actividades serán facilitadas por una oficina central, investigadores principales y un consejo asesor. Desde el inicio, el consejo involucrará a aquellos representantes de las instituciones involucradas en esta iniciativa. Participan hoy en este Consorcio las siguientes instituciones: Sistema Universitario Ana G. Mendez (Puerto Rico); Beijing Normal University (China); Colorado State University (USA); Keio University (Japón); Mekelle University (Ethiopia); Old Dominion University (USA); Potsdam University (Alemania); Shanghai Normal University (China); University of Eduardo Mondlane (Mozambique); University of the Free State (Sudáfrica); Universidad de Chile (Chile); Universidad Nacional de Lujan (Argentina). Estas dos universidades, con la participación de los presidentes de los Comités Nacionales de Chile y Argentina del IHDP, coordinarán la oficina de implementación para América Latina.



## 7.12- LAS DUNAS DE LOS COLORADOS UN CASO DE RIESGO EÓLICO PARA LA ZONA (JUJUY, REPUBLICA ARGENTINA)

**Felipe R. Rivelli<sup>1</sup>**

(1) *Cátedra de Geomorfología, Instituto del Cenozoico (Universidad Nacional de Salta).  
aluvionamiento@gmail.com*

### RESUMEN

Al norte de Abra Pampa (provincia de Jujuy) se encuentra el campo de dunas de Los Colorados, conformado por geoformas asociadas e individuales con desplazamiento hacia el sur este, ocasionando serios inconvenientes para los pobladores de la zona.

El viento como agente morfogenético erosiona y a la vez genera formas de acumulación por lo que su actividad resulta más compleja y perjudicial debido a las consecuencias, constituyendo un verdadero riesgo natural para los pobladores de la región.

No obstante la importancia de la morfogénesis eólica como un verdadero riesgo natural, la misma no es considerada en los textos especializados, tan solo algunos le dedican un espacio a las nubes de polvo pero encuadrado dentro de una cuestión del clima.

En base a la información obtenida en Los Colorados y según lo observado en otros campos de dunas quedo demostrada la necesidad de que la morfogénesis eólica sea estudiada en forma específica como un riesgo natural más.

Se hace una propuesta de elementos a considerar en el estudio de la morfogénesis eólica como riesgo natural y así determinar la situación del lugar frente al mismo. Restaría atribuirle valores a cada uno de los parámetros considerados y de esa manera cuantificarlo.

### ASPECTOS GENERALES:

#### **Ubicación**

El área de estudio se encuentra al norte de la localidad de Abra Pampa, Departamento Cochino, provincia de Jujuy (Figura I).

El acceso al campo de dunas no es fácil como consecuencia de la precariedad de los caminos que conducen al mismo, generalmente en mal estado, situación que se agrava durante el período de lluvias.

Para acceder al campo de dunas se debe utilizar la Ruta Nacional N° 9 hasta la localidad de La Intermedia a partir de la cual mediante un camino provincial que conduce al pueblo de Cangrejillos se llega hasta la cercanía de las mismas, debiéndose utilizar a posteriori huellas generadas por los puesteros que habitan en los alrededores.



Figura I. Ubicación área de estudio

### ***Características Climáticas***

La condición climática del área de estudio y sus alrededores tiene muchísima importancia y puede ser considerada como el factor fundamental para la conformación de las dunas de los Colorados.

En términos generales se trata de un área con un marcado contraste de las temperaturas entre el día y la noche lo cual incide en la morfogénesis al favorecer y potenciar la meteorización física, dado que tales variaciones ocurren todos los días del año.

Las lluvias en promedio fluctúan entre los 200 – 250 mm anuales son de carácter torrencial y se dan durante los meses de verano.

Las precipitaciones sólidas en forma de nieve durante el período frío no son frecuentes y ocurren en forma aislada con escasa incidencia al igual que el granizo el cual provoca un impacto muy grande en la vegetación del lugar afectando de esa manera la ya escasa cubierta vegetal.

Dos elementos del clima son de importancia para el área de estudio y a la vez con todo lo relacionado a la morfogénesis de las dunas. Por una parte las horas sol efectivo que alcanzan valores significativos para toda el área, lamentablemente no se cuenta con valores estadísticos cuantitativos por falta de estaciones meteorológicas adecuadas debidamente equipadas para la recolección de información sistemática.

Con respecto al viento tampoco se cuenta con registros estadísticos en el área de estudios, los escasos datos disponibles son los obtenidos mediante observaciones directas en el terreno.

La única estación meteorológica que recoge información relacionada con el viento es la Experimental de INTA emplazada al sur oeste del área ocupada por las dunas de Los Colorados, en consecuencia la información obtenida no es válida para el área de estudio atento a la distancia que las separa y las variaciones que registra dicho elemento del clima en lo que se refiere fundamentalmente a la dirección en que incide normalmente.

Según lo observado en el terreno, el período crítico para el viento es de abril hasta octubre, disminuyendo en cuanto a intensidad y eficiencia morfogenética durante los restantes meses del año. En función de lo que muestran algunos indicadores indirectos generados por la actividad eólica se puede afirmar que en el área de las dunas se dan diferentes direcciones, caracterizándose

una de ellas por ser predominante, la que tiene una orientación noroeste – sureste, responsable del desplazamiento de las dunas y otras de menor importancia que fluctúan durante el año y que no inciden mayormente en la orientación de los cuerpos de arena, generando cambios superficiales a través de las micro ondulas o bien en el diseño de las geoformas en consideración, sobre todo en los extremos de avance, generando como consecuencia de tales cambios en el rumbo la unión de las formas individuales dando lugar a las asociadas.

Durante los estudios realizados en el terreno resultó imposible obtener información aceptable y de los pobladores radicados en el área de estudio debido a la disparidad de opiniones dadas por los mismos con lo cual los datos aportados resultaron contradictorios.

Con respecto a las velocidades del viento al no contar con instrumental apropiado resultó imposible medirlos por ello se dispone de información exacta sobre el particular. Si se puede decir que tienen un régimen irregular y que tanto durante el día como por la noche soplan ráfagas fuertes.

En base a las observaciones realizadas en el lugar es posible afirmar con total seguridad que hay dos direcciones definidas y predominantes como así también opuestas en los vientos. Todo ello corroborado por la orientación que tienen las dunas en su diseño y dirección de avance, como así también la de las micro ondulas o rizaduras que se observan en la superficie de las mismas.

Por una parte la dirección del viento característico y predominante, con orientación nor oeste – sur este que es el responsable del desplazamiento de las dunas y otros de menor cuantía que solo inciden en la arquitectura o diseño final de las acumulaciones de arena.

### ***Orografía e Hidrografía***

Las dunas de Los colorados se encuentran ubicadas en la Depresión de Abra Pampa, caracterizada por ser una extensa planicie delimitada por sendos cordones montañosos emplazados al este y oeste respectivamente. Dichos cordones tienen muchísima importancia en lo referido a la génesis y a la vez evolución de los diferentes cuerpos de dunas que se encuentran en la Depresión de Abra Pampa debido a la influencia que ejercen con respecto a las precipitaciones, distribución y orientación de los vientos como así también el suministro de materiales sueltos, arena, que luego le permite a la actividad eólica generar las geoformas mencionadas.

Con respecto a la hidrografía, como consecuencia de la aridez que caracteriza a la zona, el sistema fluvial en concordancia es de poca importancia, conformado por una red de cursos en su mayor parte temporarios, que disponen de caudal con régimen torrencial durante el período de lluvias en el verano.

El colector principal es el río del Puesto que con dirección de escurrimiento norte – sur aporta sus caudales a la laguna Rontuyoc a partir de la cual nace el río Miraflores uno de los más importantes de toda la región.

Desde el punto de vista geomorfológico los diferentes ríos existentes en la Depresión de Abra Pampa adquieren importancia durante el período de lluvias cuando logran incorporar un cierto volumen de agua en sus cauces y con ello generar actividad morfogenética fundamentalmente en lo que se refiere al transporte de material suelto de baja granulometría, fracción pelítica –

psamítica, que es a posteriori desplazada por el viento desde el cauce para con el mismo conformar los diferentes depósitos de dunas existentes en el lugar.

Tal es el caso específico del río Colorado, responsable del transporte de la arena rojiza que libera el termoclastismo a partir de los afloramientos del Terciario existentes en el cordón oriental.

Dicho río tiene una extensa cuenca con una red de drenaje que le permite cubrir una amplia superficie donde afloran areniscas que conforman la fuente de alimentación de arena que da lugar a los diferentes campos de dunas existentes en esta zona.

### ***Morfogénesis***

Previo al análisis de las dunas de Los Colorados como un caso específico de riesgo natural es conveniente hacer algunas consideraciones con respecto a la génesis y sobre todo lo inherente a la dinámica de las mismas, a la vez que un análisis de los otros procesos morfogenéticos que tienen estrecha relación con la generación de tales geoformas.

Además de la morfogénesis eólica específica y clave en todo lo relacionado con las dunas, se debe considerar lo referido a la meteorización física y la componente fluvial, estas dos últimas claves para que el viento pueda generar las dunas. Tanto en las serranías del oeste como en las del este que es donde se encuentra la cuenca de recepción del río Colorado, la meteorización física es intensa debido a la condición climática que caracteriza a la zona en consideración.

La variación entre el día y la noche con valores que pueden fluctuar entre los 10° a 30 ° favorece el termoclastismo, traducido en la desagregación de las rocas en este caso de los afloramientos de areniscas terciarias.

La baja resistencia de la roca favorece el accionar del termoclastismo quien las desagrega con mayor facilidad lo que se traduce en una generación continua de granos sueltos que en algunos lugares el viento desplaza tal el caso de Potrero de la Puna donde se observa un extenso campo de arena conjuntamente con las dunas trepadoras o climbing dunes (Goudie A. S., 1990).

La mayor parte del material generado por la meteorización es desplazado por la acción del escurrimiento concentrado y depositado en los cursos que conforman la red de drenaje del río Colorado quien cuando aumenta su caudal lo transporta hacia la depresión intermontana donde el viento a posteriori lo moviliza para generar las dunas.

El río Colorado tiene mucha importancia en lo relacionado con la génesis y evolución de las dunas con las que existe una particular relación dando lugar a una asociación morfogenética entre la componente fluvial y la eólica, influyendo la una y la otra en el comportamiento de ambas.

El viento extrae la arena desde el cauce del río Colorado para formar las dunas que a su vez inciden en el comportamiento del río en este tramos debido a que dichas acumulaciones luego de prolongados períodos de sequía se forman sobre el mismo lecho ocupando una superficie importante, lo que se traduce en un verdadero impedimento para el desplazamiento del agua cuando se produce una creciente dando lugar a la desviación del fluido y que escurra entre las acumulaciones o se desvíe modificando el diseño original del curso.

Tal cambio en el cauce, generalmente manifestado como desplazamiento del mismo hacia su margen derecha significa la ampliación de la superficie cubierta con dunas debido a que el viento encuentra material disponible en lugares donde antes no lo había depositado el río, ampliando de esa manera el área cubierta con las geoformas en consideración.

El cuerpo de dunas de Los Colorados cubre una superficie aproximada de quince kilómetros cuadrados considerando únicamente las geoformas con diseño definido, área que se amplía al incorporar los campos de arena existentes en las proximidades. Conforman un cuerpo donde la mayor parte de las dunas corresponden a las asociadas o también conocidas como de conjunto y a su vez dentro del grupo de las transversales a las denominadas cordones barjanoides (Livingstone y Warren, 1996).

En el campo de dunas de Los colorados es posible diferenciar según lo expresado a las denominadas asociadas o de conjunto (Fotografía 1 y 2) con algunas formas individuales que suelen encontrarse aunque en menor proporción.



Fotografía 1. Dunas Asociadas o de Conjunto.



Fotografía 1. Dunas Asociadas o de Conjunto.

En lo que se refiere a las dunas individuales las mismas corresponden a las nebkas (Cooke R. U. and Warren A. 1975), que se desarrollan indistintamente sobre el terreno a la sombra de un obstáculo, en otros directamente en la superficie de barlovento de los cuerpos mayores donde por diferentes razones se encuentra un remanente de vegetación (Fotografía 3). No obstante las diferentes direcciones del viento tanto las formas mayores como las de menor tamaño coinciden en su dirección u orientación en cuanto al eje mayor que demuestra hacia donde avanzan eso en concordancia con el de mayor incidencia.

A causa del avance de las dunas estas afectan viviendas, campos dedicados a la agricultura, alambrados, afectando a la vez según lo expresado al comportamiento del río Colorado lo que da lugar a una mayor superficie cubiertas con dichas geoformas.

No obstante los diferentes intentos realizados para controlar el avance de las dunas y de esa manera contar con información cuantitativa a la fecha no se cuenta con datos debido a la eliminación o robo sistemático de todos los medidores colocados.



Fotografía 3. Nebkas desarrolladas a la sombra de la vegetación.

### ***Análisis del riesgo eólico***

Sin lugar a dudas que la actividad eólica bajo determinadas condiciones suele tener consecuencias negativas no solo desde el punto de vista climático, sino también como agente morfogenético a causa de las actividades de erosión o de acumulación, sin embargo no se la considera un riesgo natural, lo cual es más que válido desde un punto de vista geomorfológico. Los trabajos dedicados a la temática de los Riesgos Naturales (Ayala Carcedo F.J. y Olcina Cantos J., 2002) (OEA, 1993) (Irasema Alcántara Ayala et al 2010) no incorporan a la Morfogénesis Eólica como uno más, la bibliografía consultada desconoce por completo todo lo referido a las cuestiones de erosión y acumulación debidas al viento. Muy pocos se refieren a las tormentas de polvo pero enfocadas desde un punto de vista climático.

En todos los casos se hace énfasis con lo referido a la cuestión sísmica, vulcanismo, inundaciones, procesos gravitacionales entre otros pero con respecto al viento no se lo menciona directamente, lo cual es un verdadero error dado que muchas regiones se encuentran expuestas en diferente grado al accionar a la actividad eólica.

La actividad del viento sobre la superficie de la tierra se traduce en acciones erosivas y a la vez generadora de formas debidas a la acumulación, ambas componentes hacen que el riesgo eólico para algunas regiones sea más complejo y a su vez adquiere mayor importancia.

En virtud de lo mencionado y ante la carencia de estudios e información suficiente no obstante la gravedad de la problemática eólica considerada como un verdadero riesgo natural es que se hace un análisis con respecto a la situación puntual en las dunas de Los Colorados para en base a ello considerar una opción o metodología de estudio utilizable en otras regiones afectadas por el mismo fenómeno.

Según algunos autores un riesgo natural está referido a la posibilidad de que un determinado territorio y si la hubiere también la sociedad asociada al mismo puedan ser afectados por un fenómeno natural extraordinario, criterio que podría ser considerado como válido para ciertos casos, como los terremotos, flujos densos, crecidas de ríos, lo cual no es correcto para lo relacionado con la morfogénesis eólica atento a las particularidades de la misma.

En el contexto eólico tanto la componente erosiva como la contraparte de la acumulación se caracterizan por un accionar continuo y no por un evento extraordinario. Quizás por valerse de este criterio es que a lo eólico no se lo considere tal cual un verdadero riesgo natural.

Sin lugar a dudas el accionar del viento es constante, con algunas fluctuaciones en cuanto a su intensidad según el régimen del mismo a lo largo del año y a la vez con algunos períodos críticos, pero de ninguna manera puede ser comparado a un terremoto, o cualquiera de los otros riesgos naturales considerados en los libros especializados.

Esta diferencia en cuanto a lo que podríamos considerar como velocidad de actuación y previsibilidad le da al riesgo eólico cierta ventaja en cualquier lugar donde ocurre y a su vez conociendo cómo funcionan los mecanismos de erosión y acumulación, permiten implementar planes o programas para el control y atenuación del mismo.

En el caso específico de las dunas de Los Colorados, considerado para hacer un análisis con respecto al riesgo eólico, constituye un ejemplo apropiado atento a las particularidades de las geoformas existentes en dicho lugar, lo inherente al accionar del viento y con ello el desplazamiento.

Se trata de un caso donde se da en forma simultánea la actividad erosiva y a la vez según lo expresado las formas de acumulación con diferentes diseños.

La erosión más importante es en el lecho del río Colorado (Fotografía4). a partir del cual el viento remueve la arena para luego generar las dunas, situación que en los últimos años se agravó por la eliminación indiscriminada de la ya escasa vegetación que se encuentra en la zona (Fotografía 5).



Fotografía 4. Erosión eólica en el cauce del río Colorado      Fotografía 5. Eliminación de cubierta vegetal nativa.

El avance de las dunas en Los Colorados afecta en forma directa a las viviendas, áreas de cultivo y de continuar avanzando lo hará con la ruta provincial existente a poca distancia del frente actual de avance, lo que se traducirá en un grave inconveniente de comunicación para las diferentes localidades existentes en el área de influencia.

Dichas acumulaciones incide indirectamente a otros lugares donde se acumula el material más fino que desplaza el viento, lo cual afecta a la vegetación, la calidad de los suelos, genera problemas respiratorios en las personas y animales. Aspecto a considerar cuando se analice el riesgo eólico de un área determinada.

En virtud de la información recogida en los lugares más críticos donde se encuentran las dunas de Los Colorados, los pobladores de la zona manifestaron que en el período de los vientos más fuertes el desplazamiento de material fino afecta la respiración y genera diversos

problemas de salud en los niños y personas mayores lo cual dio lugar al abandono de algunas viviendas emplazadas en la zona frente a la situación y la imposibilidad de hacer frente al proceso eólico por sus propios medios. Otro parámetro que se deberá incluir en el análisis de tal riesgo.

Considerando lo inherente a la morfogénesis eólica de esta zona que en gran parte es similar a lo que ocurre en otros sitios, es posible hacer una reseña a modo de propuesta para el análisis de lo referido al riesgo eólico.

Para el caso específico de las dunas de Los colorados es posible reducir en gran parte el riesgo que las mismas significan para la zona, tanto en forma directa como indirectamente.

Con respecto al riesgo de erosión se pueden implementar acciones tendientes a neutralizarla o reducirla a una mínima expresión en toda el área, lo cual no es válido para el cauce del río Colorado donde la complejidad del fenómeno fluvio eólico demandará una mayor inversión y obras importantes con un seguimiento constante atento a las particularidades del riesgo eólico y dinamismo del mismo.

En lo que se refiere a las dunas en forma específica, no obstante el nivel alcanzado en cuanto a superficie, dimensiones e índice de riesgo para las viviendas (fotografía 6,7 y 8), por el momento es posible mediante un programa de fijación estabilizarlas y de esa forma impedir el avance para que no afectan la ruta provincial, otras casas ni más parcelas dedicadas a la agricultura.



Fotografía 6. Acumulación de arena en vivienda ubicada en proximidades frente de avance.



Fotografía 7. Vivienda próxima a frente de avance.



Fotografía 8. Riesgo eólico por avance de dunas para la vivienda.



Para el estudio y evaluación de la actividad eólica como riesgo natural se deberán considerar los diferentes aspectos mencionados en el Gráfico 1 y en base a la información que se obtenga tomar las medidas correspondientes.

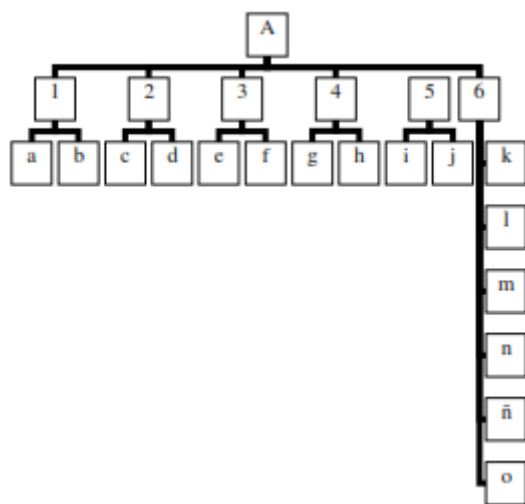


Gráfico I. Pautas para el análisis de riesgo geológico

A: Riesgo Eólico.

1: Situación. a) vigente. b) potencial.

2: Origen. c) antrópico. d) natural.

3: Actividad. e) acumulación. f) erosiva.

4: Incidencia. g) local. h) regional.

5: Consecuencias. i) directas. j) indirectas.

6: Afecta. k) personas. l) viviendas aisladas. m) centros urbanos.

n) campos para cultivos. ñ) obras de infraestructura. o) sistema fluvial.

### Conclusiones

El área de Los Colorados y alrededores se encuentra afectada por una intensa actividad eólica tanto en el aspecto erosivo como en la generación de formas de acumulación, sin ninguna acción destinada a minimizar o impedir los efectos negativos de la misma.

. La morfogénesis eólica no está contemplada como una forma más de riesgo natural.

. El riesgo natural debido a la actividad eólica es continuo con efectos directos y consecuencias indirectas en forma simultánea.

. En los ambientes donde el riesgo eólico es importante resulta ser más difícil su tratamiento por las limitaciones climáticas.

### Bibliografía

1. Ayala Carcedo F.J. Riesgos Naturales. Edit. Ariel Ciencia. España 2002.
2. Cooke. R.U. & A. Warren Geomorphology in Deserts. BT Bastford Ltd. Londre. 1973
3. Goudie AS. Techniques for desert reclamation. John Wiley & sons Ltd. Londres 1990.
4. Irasema Alcántara A & A goudie Geomorphological Hazards an Disaster Prevention. Cambridge University Press. USA. 2010.
5. Livingstone J. & A. Warren Aeolian Geomorphology: An Introduction. Edit Longman Essex. 1996.
6. OEA (Organización de Estados Americanos). Manual sobre el Manejo de Peligros Naturales en la Planificación para el Desarrollo Regional Integrado. OEA. USA. 1993.

### 7.13 Herramientas Metodológicas de Gestión en Terrenos Geológicos. Tramo El Saltón-Quebrada Colorada. Localidad de Balcosna. Provincia de Catamarca.

**Ana Ingrid Ovejero<sup>1</sup> Franco Francile<sup>1</sup> Eugenia Gracia<sup>1</sup> Laura Reales<sup>1</sup>**

(1) Departamento Geología. Facultad de Tecnología y Ciencias Aplicadas. Universidad Nacional de Catamarca. ingridovejero@hotmail.com

#### RESUMEN

Se describen geositios para el desarrollo de la Cuenca del Río de Balcosna. Bosqueja datos de localización, caracterización, accesibilidad y relación ambiental. Se pretende determinar la potencialidad de su valor para la utilización racional y/o recreativa sustentable. La metodología aplica a la observación directa en afloramientos rocosos y unidad de formación geológica, de acuerdo a la información y análisis establecido en el levantamiento con identificación de los rasgos específicos por observación, apreciación, e influencia antrópica. Se obtienen resultados de un potencial geoespacio representativo a terrenos del precámbrico, terciario y cuaternario en sitios vulnerables a las actividades productivas y naturales. La gestión de los recursos naturales y su relación ambiental es un fundamento por demás importante, ya que dependiendo de sus resultados se podrán tomar las decisiones de inversión económica que desembocarán en un desarrollo de un producto turístico óptimo. Los georrecursos incorporados a la oferta turística del espacio natural en cuenca, adquieren una nueva dimensión de las ciencias, para el desarrollo de un parque temático.

#### INTRODUCCION

La cuenca hídrica del río de Balcosna, es un espacio físico-natural geológico en un sistema selvático de yungas, que fueron definidas a partir de cartografías temáticas y fichas técnicas en cuatro zonas de interés, caracterizadas en geoecológico, Ovejero et. al (2011). Los caracteres específicos mineralógico, estratigráfico, paleontológico, geomorfológico, y biológico, viabiliza políticas estratégicas de control, revisión y planificación especialmente el cuadrante centro, noroeste, y sur de la cuenca. Para la gestión de los espacios debe obtenerse un añadido el valor ambiental que determine la conservación de los geositios en actividades del turismo.

Se pondera aquellos recursos que se hallen menos modificados por la acción del hombre y, puedan apreciarse las características intrínsecas, deban ser de una gestión específica, para definir la potencialidad de su uso y disfrute.

Se debe reconocer adonde se va a desarrollar la actividad turística por lo que se ha centrado en el tramo al Valle Central y Las Lajas, dos áreas definidas por la autora de valor geológicoecológico, Ovejero A, Díaz M (2011) deban ser gestionados con la principal idea de incrementar la capacidad de atracción del territorio en el que se ubican y, en consecuencia, mejorar la calidad de vida población y de su entorno.

#### MÉTODOS Y TÉCNICAS

-Se lleva a cabo un levantamiento de información de detalle de los sitios, interrelacionando los aspectos ambientales y un análisis de los efectos negativos en caso de la explotación turística.

-Se evalúan los elementos priorizados desde la observación, apreciación y valoración in situ. Es importante tener en cuenta que la apreciación y la valoración tanto para recursos priorizados como

para recursos potenciales deben exponerse luego a una valoración técnica (servicios básicos, actividades y servicios turísticos que dispone el destino).

-Los parámetros de valoración ambiental se tiene en cuenta primero la localización de áreas e identificación del sitio con el nombre del recurso, ubicación, altitud, interés del recurso y accesibilidad. Tipo de observación y áreas del conocimiento Corvea J. (2001), tomando en consideración los siguientes aspectos: importancia natural (área de interés natural); importancia paisajística de entorno; estado de conservación del recurso; singularidad del recurso y sus características atractivas e interesantes. A cada uno de estos aspectos se le asigna un valor de acuerdo a un puntaje: Puntaje de 1 a 2 cuando el recurso esta en peor condición. Puntaje del 3 al 4 cuando el recurso es de nivel medio. Puntaje 5 cuando el recurso es .excelente y de nivel alto.

-Contempla los intereses de la demanda, para el cual se ha tomado para el segmento de visitantes con un interés prioritariamente científico y el segmento con un interés prioritariamente educativo-recreativo. La demanda de visitantes al área se califica como potencial considerando su capacidad para atraer demanda por sí misma, y debido a las relaciones con el medio ambiente.

### DESCRIPCIÓN DE AREAS GEOLÓGICAS

Las áreas otorgan interés natural, de importancia paisajística excelente y atractiva de nivel alto. Los lugares se identifican por El Saltón y Quebrada Colorada en un tramo del Valle Central de la localidad de Balcosna y la localidad de las Lajas. Esta porción de la cuenca en situación lineal al curso principal de Balcosna, se aprecian relieves de valles, lomadas y zonas cumbres, en rocas del basamento metamórfico, y sedimentarias con cubierta del cuartario.

#### El Saltón

*Localización:* Localidad de Balcozna. Situación 1: En el km 2 por la RPN124

*Accesibilidad:* desde este punto bordeando la ladera oeste por el pie de la cumbre de El Potrerillo, unos 200 mts.

*Identificación:* Rocas antiguas de edad precámbrica Aceñolaza F., Toselli, A (1977). Se observan micropliegues y estructuras erosionadas compuestos por migmatitas biotítica-mucovíticas algo cuarzosa de grano fino intercalado con esquistos filíticos. La observación areal y panorámica conforma la espectacularidad del paisaje que acompaña vertientes de la cumbre de El Potrerillo. En general los estratos tienen rumbo N-S e inclinan hacia el naciente en grado variable. (Figura 1).

*Interés del recursos:* Geomorfología.

*Áreas del conocimiento:* Geología, Geomorfología, Biología, Hidrología, Turístico.

Tipo de observación: areal.

Figura 1. Basamento Metamórfico.  
Coordenadas:  
Latitud: 27°51'59.45"S  
Longitud: 65°43'32.00"O-  
Altura: 1169 m.s.n.m



*Situación 2* Desde el punto de observación anterior unos 200mts aguas abajo sobre la margen derecha del río de Balcosna.



Figura 2. Formación Rio Salí.

Coordenadas:

Latitud: 27°51'58.32"S-

Longitud: 65°43'28.48"O-

Altura: 1158 m.s.n.m.

**Accesibilidad.** Se accede fácilmente a pie o a caballo, por un camino desde la RPN 124 o por senderos naturales.

**Identificación:** Son depósitos sedimentarios estratificados bien desarrollados, en contacto discordantes con basamento metamórfico, mencionado anteriormente. Los estratos origen continental con intercalaciones lacustres representado por areniscas, arcillitas y limolitas correlacionado con la formación Rio Salí. (Rojas R. (1988), (Figura 3) presenta una potencia aproximada de 14 metros.



Figura 3. Formación Rio Salí de edad miocenoterciario, en secuencia discordante de areniscas, limolitas, arcillitas y arcillitas margosas lacustre.

El afloramiento interrumpido en el pleistoceno en contacto discordante del terciario a una cubierta de conglomerados que oscilan en tamaños de 15 y 50 cm aproximadamente.

**Interés del recurso:** Estratigrafía.

**Áreas del conocimiento:** Geología, Geomorfología, Biología, Hidrología, Turístico.

Tipo de observación: areal.

Figura 4. Discordancia neta.

Latitud: 27°51'57.60"S,

Longitud: 65°43'22.14"O.

Altura: 1156 m.s.n.m.



## Quebrada Colorada

**Localización.** Localidad de Las Lajas.

**Situación 3.** Desde laguna seca unos 200 mts. bajando al cauce y al pie de la cumbre de Los Pinos se encuentra el granito.



Figura 5. Granito de la Cumbre de Los Pinos,

Latitud: 27°49'10.25"S-

Longitud: 65°43'23.55"O.

Altura: 1068 m.s.n.m.

En la margen izquierda de la Quebrada de Los Arroyos, se reconocen estructuras de afloramientos sedimentarios similares a las descritas anteriormente (situación 2), plegados y apoyados sobre el rocas graníticas.



Figura 6. Formación Rio Salí.  
Pliegue volcado de sedimentitas lacustres continentales  
Latitud: 27°49'19.93"S-Longitud:65°43'29.73"O.  
Altura: 1066 m.s.n.m

*Identificación:* estructura de una secuencia de un anticlinal constituida por areniscas finas, limolitas arenosas, areniscas de grano medio, con Bz hacia el sur y rumbo EW.

*Interés del recurso:* Estratigrafía.

*Áreas del conocimiento:* Geomorfología, Biología, Hidrología, Turístico.

Tipo de observación: areal

Se evalúa el territorio, forma parte del dominio tectónico de Ancasti, Pasotti P (1975), originado de un plegamiento sedimentario acillo-arenoso, dispuesto en capas cuyo aspecto fue acentuado por recristalización metamórfica (situación 1). De este proceso originaron numerosos pliegues monoclinales-isoclinales (situación 2) y posterior intrusión magmática de granitos (situación 3).

Una posterior erosión y peniplanización cortó los anticlinales y sinclinales generando el bandeo, Formación rio Salí en Quebrada Colorada. En el fondo de los valles a lo largo del río de Balcosna y en sectores conservan los sedimentos del terciario con areniscas de variada granulometría, con limolitas y arcillas nivelados y aplanados por la erosión. La cubierta moderna ampliamente distribuido en la cuenca son suelos que caracteriza al cuaternario con limos fluviales especialmente eólicos. La morfología descrita sustenta a la cuenca, de una cubierta arbórea, cultivos y el medio social comunitario.

## RESULTADOS PRELIMINARES

Por la naturaleza geológica-geomorfológica de las unidades del paisaje que constituyen el relieve, por su inserción en el ambiente urbano, al cauce en contexto de arboledas selváticas yungueñas, están influenciadas por dos formas de degradación: erosión natural y antrópica.

La zona central del valle conforma un espacio de masiva incidencia turística en época estival, adonde los ríos juegan un papel fundamental turístico y para sostener las labores productivas, se ve afectado con desechos químicos, basuras producidas por las mismas actividades. En el entorno al sur de la cuenca los suelos aptos para agricultura, junto el sobrepastoreo generan, un desequilibrio incrementando procesos erosivos y modificando el medio ambiente.

En el área de El Saltón de valor de estratigráfico, es una zona importantísima de conservación por mantener un registro del terciario, con biocorredores de yungas y además de la manutención de la cuenca.

En el área de Quebrada Colorada se conectan con la cumbre de los Pinos, adonde existen antecedentes de explotación de recursos no metalíferos en piedras preciosas y de arcillas rojas en la industria de la cerámica.

En estos espacios se deben extremar los esfuerzos para conservar la vegetación natural que protege el suelo y los cuidados con respecto al desarrollo de actividades antrópicas (extractivas,

tala, recreación, quema, desechos de residuos cloacales y químicos) que tienden a modificar el ambiente natural.

## CONCLUSIONES

-La metodología descriptiva y ambiental de geositios requiere de políticas colectivas, comunitarias y administrativas para el resguardo en un parque temático que garantice la conservación de la cuenca y, sus valores.

-El tramo de interés estratigráfico, debe ser especialmente tratado con señalización, planes de infraestructuras y servicios, capacitación adecuada, como medio preventivo ante la influencia ambiental de actividades productivas, ponderando la formación comunitaria desde la geología, para el desarrollar la cuenca, como parque natural turístico.

## REFERENCIAS

- Aceñolaza F., Toselli, A *Esquema Geológico de La Sierra de Ancasti, Provincia de Catamarca.* Acta Geológica Lilloana, 14: 233-256. 1977.
- Ovejero. A. *Planteamiento para el Desarrollo Sostenible de La Villa de Balcosna.* Tesis de Maestría UNIA. España. 2007.
- Ovejero Ana I. Ovejero, Mirtha I. Rodriguez, Damián Moreno. *Las Cartografías Temáticas como Herramientas de Aplicación en el estudio preliminar de Georutas. Localidad de Balcosna. Provincia de Catamarca. VII Jornadas de Ingeniería.* Universidad Nacional de Catamarca. 2001.
- Ovejero Ana Díaz, M. 2011 *Caracterización Geoecologica de La Cuenca Rio de Balcosna. Departamento Paclín. Provincia de Catamarca. Argentina.* Encuentro del Internacional Center For Earth Sciences Malargüe Mendoza.. 2011.
- Pasotti P et.al. *Aportes a la Geología de Las Sierras Pampeanas. Provincia De Catamarca. Instituto de Fisiografía y Geología. Facultad de Ciencias Exactas e Ingeniería* Universidad Nacional de Rosario.1975.
- Rojas. R. *Estudio y Correlación de las Formaciones Terciarias de la Cuenca Alta del Valle Central.* Trabajo Final. Licenciatura en Geología .Universidad Nacional de Catamarca. 1988.
- Sosa Luna. R. *La Geología de La Cuenca del Rio de Balcosna.* Tesis de Grado. Facultad de Tecnología y Cs. Aplicadas. UNCa. 2009.

## 7.14- EL IMPACTO DE LOS INCENDIOS FORESTALES EN LOS PROCESOS DE EROSION

### LOCALIDADES LOS VARELAS Y LOS TALAS - DEPARTAMENTO AMBATO - CATAMARCA-ARGENTINA

**Niz, Adriana<sup>1,2</sup>; Oviedo, Jorge<sup>2</sup>; Toledo Juan<sup>2</sup>; Lamas, Cinthia<sup>1,2</sup>**

(1) Cátedra de Geomorfología – Facultad de Tecnología y Ciencias Aplicadas- UNCa

(2) Instituto de Monitoreo y Control de la Degradación Geoambiental (IMCoDeG)- Facultad de Tecnología y Ciencias Aplicadas- UNCa aniz@tecno.unca.edu.ar

## INTRODUCCION

La cuenca del Río Los Puestos se sitúa en el Departamento Ambato, integra la Sierra homónima, al occidente de la Capital de la provincia de Catamarca, en el NO de Argentina, históricamente, los pobladores de la región motivo de este estudio, comprendida entre los 27º 46' 1.55" S 65º 47' 10.70" W; que abarca una superficie de 1.797 km<sup>2</sup> y posee 4.525 habitantes, tienen como hábito

quemar los montes con la creencia de que al brotar lo harán con más vigor, esta actividad genera frecuentemente incendios forestales, dado que al iniciar la quema no consideran la velocidad ni dirección de los vientos.

El clima de la zona es semiárido riguroso; las temperaturas superan los 38°C en verano; las precipitaciones son de régimen torrencial estival y soplan vientos del NO que alcanzan los 80 km/h.

La vegetación pertenece al Chaco Serrano, de tipo arbustiva con ejemplares tales como algarrobo, molle, mistol, etc. La agricultura y la ganadería, constituyen la base de su economía, dado que presenta microclimas más benignos en los valles. Respecto a la agricultura, los principales cultivos desarrollados son: maíz, alfalfa, avena, algodón y tabaco, frutas de carozo y nogales, además de hortalizas (zapallo, tomate, etc.). En el rubro ganadería predominan los bovinos y caprinos y en menor medida porcinos, equinos, ovinos, que pastorean el área durante todo el año. En la última década se ha incrementado la actividad agrícola sistematizada, por la instauración de emprendimientos agropecuarios de gran escala, principalmente de nogales y olivos.

Durante la investigación se realizó el análisis y digitalización de imágenes satelitarias LANSAT TM 5/2007 proporcionadas por CONAE y la aplicación del software ARC GIS 9,2, donde se ubicaron los focos de incendios; se calculó el área de cada incendio y el área total afectada por los diversos incendios en los últimos 5 años, para determinar el comportamiento de los suelos en esos sectores con posterioridad a los incendios; se realizó la carta de hidrología superficial; la cartografía de espejos de agua afectados por la degradación en la cuenca alta y se confeccionó la carta de pendientes.

Aplicando los softwares Autostitch y Picasa 2, se analizaron imágenes panorámicas de las áreas más representativas afectadas por el siniestro, para determinar la vulnerabilidad de las laderas frente a la influencia de los agentes erosivos y su respuesta ante el impacto de eventos climáticos (precipitaciones y vientos).

Se caracterizaron los factores que contribuyen, en la región, a la degradación de las tierras en la actualidad y la degradación potencial a mediano y largo plazo, para elaborar las recomendaciones con objeto de optimizar la preservación de los recursos naturales de la zona y áreas de influencia, y propender a una mejor calidad de vida de sus moradores.

### **CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA – GEOMORFOLÓGICA**

La cuenca del Río Los Puestos corresponde a una depresión de rumbo N–S enmarcada por las sierras de Humaya y Balcosna – El Lampaso; se encuentra rellenada por depósitos de edad cuaternaria, de origen aluvial y eólico con intercalaciones de cenoglomerados procedentes de paleodeslizamientos; con la presencia de niveles de aplanamiento en la sección apical del piedemonte.

Las laderas de ambas sierras, típicas de ambiente rexistásico (Viers,G. 1966.), con escasa cobertura vegetal o sin ella, exhiben conos de derrubios originados por el desprendimiento de bloques, auxiliados por la acción de la gravedad. El relieve en general presenta un marcado contraste entre las formas de pendientes elevadas y las formas aplanadas, como expresión de los diversos procesos tectónicos, geomorfológicos e incluso eventos neotectónicos que afectaron la región durante el cuaternario, y que han actuado sobre las distintas litologías modelando el paisaje. La morfología del basamento de las sierras se encuentra fuertemente controlada por la estructura, presenta un

relieve accidentado, con líneas de cumbres que describen en sus cabeceras cuencas semicirculares de perfil cóncavo. Las áreas deprimidas en la región específica de este trabajo están representadas por el Valle de Singuil y la Subcuenca del Río Los Puestos.

### **ÁREAS MONTANAS**

Denominando así a las superficies cumbrales caracterizadas por el dominio de los procesos degradantes, donde la erosión es más intensa cuando a un periodo de sequía le sucede la época húmeda, caracterizada por lluvias cortas y torrenciales, que ocurren principalmente en los periodos Noviembre–Febrero; el material que yace suelto en la superficie es transportado aguas abajo por la escorrentía laminar y concentrada. En general están constituidas de rocas metamórficas de mediano a alto grado con inyecciones de rocas ígneas Precámbrica, presenta una pendiente escarpada que va desde 18% a 45%. En las cimas de las sierras encontramos una cubierta sedimentaria limosa, que le confiere un relieve ondulado. En los Altos de Singuil se observa un relieve alternante de lomadas y sierras y una marcada actividad de degradación por socavamiento de terrenos loessoides generando un paisaje de numerosas cárcavas, con márgenes temporalmente estabilizados por vegetación y rodeadas de labores agrícolas, en período de tormentas estivales presentan una marcada erosión retrogradante, lo cuál aporta este sedimento a los cauces.

### **AREAS PEDEMONTANAS**

Denominando así a aquellas superficies que se ubican en la transición entre un área de relieve montañoso y un territorio más llano, se caracterizan por la acumulación en forma transitoria de los productos de la degradación en la zona montañosa, se presentan como superficies extensas de abanicos coalescentes, intercalados por dos niveles de superficies de aplanamiento con distinto intensidad de degradación. En superficie se observan dos niveles de glacia (formas inestables en proceso de degradación) con una vegetación espaciada que se utiliza para pastoreo, en el nivel inferior con pendiente más regular se encuentran niveles de abanicos coalescentes. En algunos sectores presenta una potente cubierta loessoide caracterizada por una pendiente suave con superficie regular a lo largo de la cuál drenan sistemas fluviales de grado 3 según Horton lo cual significa un nivel de jerarquización intermedio. La presencia de estos sedimentos significa un aporte mas para la colmatación de cauces secundarios por evolución de erosión en cabeceras con generación de cárcavas, que varían de simple empipamientos a barrancos.

### **LA RED DE DRENAJE**

En lo atinente a la hidrología superficial, el caudal de los cursos que drenan esta cuenca es de moderado a escaso y sometido a un intensivo uso. En la ladera S de Altos de Singuil nace el Río Los Puestos que, hacia la latitud meridional de la cuenca, recibe el aporte de Río Trancas (cuyas nacientes están en las Localidades de las Juntas y Las Piedras Blancas), su confluencia da origen al Río del Valle, que también recibe los aportes de los cursos menores que nacen en la ladera occidental de las Cumbres de Balcosna – Lampaso. El Río del Valle escurre hacia el S y vierte sus aguas en el dique Las Pirquitas (65 hm<sup>3</sup>), el espejo de agua más importante de la provincia, que provee agua para riego a una superficie de 2.500 hs.

### **PROCESOS MORFODINÁMICOS**

Las áreas montanas con su combinación de pendientes elevadas, litología meteorizada y la estructura geológica general presentan frecuentes procesos de desagregación y deslizamiento de material, se observan deslizamientos activos y paleodeslizamientos (cicatrices de movimientos en masa estabilizados por vegetación) en la ladera de Sierra De Balcosna predominan los procesos de



remoción en masa en seco (Taludes de derrubio y de detrito). En la Sierra de Humaya y en Los Altos de Singüil son muy comunes los movimientos lentos de tipo reptación de suelos, (deslizamientos perceptibles solo en la inclinación de los árboles o de los postes), desagregación y arenización de rocas y la reactivación en algunos casos de antiguos carcavamientos; estos procesos favorecen la destrucción de la estructura del suelo y le imprimen a las laderas la vulnerabilidad suficiente para, en casos de estrés climático, colapsar como deslizamientos de suelos, por otra parte esta situación interfiere en el desarrollo de la vegetación.

Cuando las laderas son sometidas a un estrés importante como el caso de los incendios forestales el suelo queda al desnudo, cubierto de cenizas y su estructura se torna frágil por: a) el impacto del calor soportado, b) la pérdida de la vegetación, que además de oficiar de capa protectora, sostenía la capa superior con sus raíces, por lo que frente a una tormenta reaccionara de la siguiente manera: El impacto de la gota de lluvia al caer desprende parte de los sedimentos del suelo, luego el agua escurre en forma de laminas transportando a cotas inferiores aquellos sedimentos, finalmente se concentra en un curso definido socavando la superficie, por tanto el suelo sufre dos impactos principales 1.- decapitación de la capa superior del suelo de por sí pobre en nutrientes, 2.- soterramiento de suelos medianamente fértiles por acumulación de sedimentos y 3.- Transporte de esos sedimentos a los cauces y de ellos al colector principal que abastece el Embalse de pirquitas. En el piedemonte domina la erosión hídrica de tipo laminar, este proceso se magnifica por la intervención humana con la destrucción de la vegetación natural para emprendimientos agropecuarios y el posterior abandono del predio sin la ejecución de ninguna medida de mitigación de impacto.

### **FACTORES AMBIENTALES QUE INFLUYEN EN LOS INCENDIOS FORESTALES**

Los factores ambientales que influyen en la generación de los incendios en la zona se resumen así: La topografía: varía espacialmente, se intercalan áreas deprimidas y lomadas en espacios cortos, es una variable que permanece relativamente estable, antes, durante y después de un siniestro, localmente se pueden observar deslizamientos, seguramente relacionado con materiales sueltos que se sostenían por la vegetación y al desaparecer esta se desplomaron.

La altura: influye en la variación de las condiciones meteorológicas debido a que la humedad, temperatura, la dirección y velocidad del viento y las posibilidades de precipitaciones cambian con la altura.

La pendiente: la inclinación del terreno tiene que ver con la intensidad de la radiación solar que recibe, en superficies mas o menos aplanadas, la radiación es mas fuerte durante el medio día en las superficies inclinadas lo será en el momento que los rayos solares incidan de forma perpendicular a dichas superficies, en el momento en que la intensidad de la radiación es más fuerte, es menor la humedad y mayor la temperatura del aire lo que influye para el desarrollo de vientos cálidos locales que durante el día son ascendentes y de noche descendentes. La pendiente se comporta del mismo modo que el viento, influyendo sobre la velocidad y dirección de propagación favoreciendo ambas, lo que explica que los focos de incendio se propagan hacia las cimas con mas intensidad durante las últimas horas del día y las primeras de la noche.

El relieve: la confluencia de diversos cauces o quebradas, los cañadones y gargantas, generalmente actúan como directores y canalizan el viento exacerbando el incendio.

Exposición y combustibles: ya sea que las laderas se encuentren a sotavento o barlovento de los vientos húmedos será el tipo y densidad de vegetación, en el caso de la cuenca alta del río Los Puestos, tanto la ladera sur de Los Altos de Singüil como la ladera occidental de la Cumbre de Balcosna – El Lampaso se presenta como a sotavento de los vientos húmedos (por ende reciben mayor radiación solar) y su vegetación es mas leñosa y dispersa intercalada de pastizales y labores agrícolas en época de secano con una importante exposición de barbecho y demás desechos de la cosecha lo que constituye el combustible para la propagación del fuego.

Continuidad: en cuanto a la cercanía de los combustibles en el terreno. Si bien en la zona la vegetación es rala esto se compensa con la velocidad del viento que favorece el traslado del fuego generando focos secundarios facilitando la propagación de los fuegos de superficie; en las zonas cumbrales la presencia de algunos árboles de mayor porte facilita la ocurrencia de fuegos de copas.

Compactación: ligada al espaciamiento entre las unidades de combustible, que en este caso favorece el suministro de aire para acelerar la combustión, aumentando la velocidad de propagación.

Contenido de humedad: Es la cantidad de agua presente en el combustible. En combustibles vivos varía entre 30% y 500% (es decir, hasta 5 veces su peso seco), mientras que en los muertos lo hacen entre el 2% y el 250%. En la zona un alto porcentaje de la vegetación esta seca lo cual se favoreció por las nevadas previas al siniestro que por congelamiento quitó la humedad de las ramas mas delgadas.

Meteorología: Vientos fuertes dominantes y constantes, escasez de precipitaciones, calores intensos se confabulan para incrementar el riesgo de incendios espontáneos o magnificar los provocados por el hombre Finalmente *el hombre* con su actividad a veces desmesurada y la mayoría de las veces incontrolada contribuye en gran medida a la modificación en el equilibrio del medio ambiente ecológico, que en nuestra región es ya de por si frágil.

### **LA DEGRADACIÓN POTENCIAL A MEDIANO Y LARGO PLAZO**

Si bien la ocurrencia de un incendio aislado no es fuente de intensa degradación, cuando el proceso es recurrente, los suelos paulatinamente pierden capacidad de recuperación (resiliencia) por lo que las precipitaciones cada vez cuentan con mas material para transportar aguas abajo de los cauces, la mayoría de los cuales se activan en la época húmeda (primavera – verano) provocando la sedimentación en cauces y acelerando la erosión lateral de los mismos, para el caso de la subcuenca de Río Los Puestos la sedimentación tiene como último destinatario el espejo de agua del Dique Pirquitas; en cuanto al Valle de Singüil el nivel de base local lo constituye el dique de Escaba perteneciente a la Provincia de Tucumán.

Por otra parte, en la sección media y alta de ambos valles se sucede paulatinamente la decapitación de las capas fértiles de los suelos (de por sí pobres y escasas) en desmedro del soterramiento de los suelos mas o menos fértiles situados en áreas aledañas a los cauces. Asimismo, la arrollada en manto y escorrentía concentrada, agravadas por labores agrícolas (principalmente en el área de los Altos de Singüil), generan carcavamientos que evolucionan paulatinamente a barrancas, lo que no solo limita las zonas aptas para cultivo, sino que intensifica el proceso de remoción en masa lento en forma de deslizamientos menores que se agregan a las corrientes de agua.

Por otra parte, la presencia de nuevos asentamientos agrícolas, como así también los suelos denudados como consecuencia de viejos emprendimientos en la actualidad abandonados, contribuyen, en gran medida al aceleramiento de la degradación de los suelos en la zona.

Las áreas montanas con su combinación de pendientes, litología meteorizada y estructura geológica, presentan frecuentes procesos de despegue y deslizamiento de material, se observan deslizamientos activos y paleodeslizamientos (cicatrices de remoción estabilizados por vegetación) en la ladera de Sierra de Balcosna predominan los procesos de movimientos en masa en seco (Talud de derrubio y de detrito).

El análisis de los movimientos en masa se encuentran, en el presente trabajo, expresados en la cartografía temática correspondiente, definidas de acuerdo a: 1- tipo de movimiento, 2- intensidad, 3- Vulnerabilidad.

### RECOMENDACIONES

Como base para optimizar la preservación de los recursos naturales de la zona y áreas de influencia y a consecuencia de ello propender a una mejor calidad de vida de sus moradores, es importante considerar la posibilidad de una fuerte campaña de concientización de la población la cual deberá partir de la capacitación en cuanto a las características de la zona y las actividades de prevención a futuros eventos no solamente en lo referente a los incendios forestales, sino también a la preservación del recurso suelo de los procesos de degradación.

A Nivel Institucional se sugiere: Acciones conjuntas entre los organismos del estado y la Universidad y Generación de convenios de capacitación y cooperación con organismos nacionales e internacionales (Chile principalmente) para gestión del riesgo, mediante talleres participativos de capacitación y debate, acompañados de material de difusión respecto al estado de situación (cartillas informativas, cartografía temática, etc.).

### BIBLIOGRAFIA

- ANEAS DE CASTRO, S.D. Riesgos y peligros: una visión desde la Geografía. *Scripta Nova. Revista Electrónica de Geografía y Ciencias Sociales*, 2000, n1 60.
- ANEAS DE CASTRO, S.D. Riesgos y peligros: una visión desde la Geografía. *Scripta Nova. Revista Electrónica de Geografía y Ciencias Sociales*, 2000, n1 60.
- Araque, E. et al, 2000: Jaén en llamas. Presencia histórica de los incendios forestales en los montes provinciales, Diputación Provincial de Jaén, 355 pp.
- Arnaldos, J. et al., 2004: Manual de ingeniería básica para la prevención y extinción de incendios forestales, Ed. Mundi-Prensa, Madrid, 414 pp.
- BRU BISTUER, M.J. Erosión, riesgo y planificación territorial: estudio preliminar. In *IX Coloquio de Geografía*. Murcia: Universidad de Murcia y Asociación de Geógrafos Españoles, 1985.

## 7.15- DESCRIPCION GEOMORFOLÓGICA Y CARACTERIZACION DE LOS RIESGOS DEBIDOS A PROCESOS GEOMORFOLOGICOS EN EL TRAMO LA MERCED - HUAYCAMA, DPTOS. PACLIN Y VALLE VIEJO -CATAMARCA- ARGENTINA

*Niz, Adriana<sup>1,2</sup>; Oviedo, Jorge<sup>2</sup>; Salas, Ana<sup>2</sup>; Varela, Marcela<sup>2</sup>; Savio Marcelo<sup>2</sup>; Lamas, Cinthia<sup>1,2</sup>, Ordoñez, Romina<sup>1,2</sup>*

(1) Cátedra de Geomorfología – Facultad de Tecnología y Ciencias Aplicadas- UNCa

(2) Instituto de Monitoreo y Control de la Degradación Geoambiental (IMCoDeG)- Facultad de Tecnología y Ciencias Aplicadas- UNCa aniz@tecno.unca.edu.ar

### INTRODUCCION

El departamento Paclín está ubicado al noreste de la provincia de Catamarca; su cabecera departamental es la Villa de la Merced, a sólo 49 Km. de San Fernando del Valle de Catamarca, capital de la provincia, por Ruta Nacional Nº 38. El Departamento Paclín, de la voz Cacana "Pakilingasta" (pakilin: costa partida en dos y gasta: pueblo), cuya cabecera departamental es la Localidad de La Merced, dista de la Capital catamarqueña 60 Km., a una altura media de 882 m.s.n.m., abarca una superficie de 985 km<sup>2</sup>, su población es de 3.530 habitantes.

Es un valle tectónico cerrado, enmarcado por los cordones de Ancasti y Ambato; limita al Norte con las Cumbres de Singuil hasta las Higuierillas, al Este con las cumbres de El Alto hasta el paso de Llocan, sobre el Río Paclín, al Sur las Sierras de Ancasti, las cumbres de Gracián y la localidad de La Bajada y al Oeste, las cumbres de Balcozna y Gracián.

Situado en la provincia geológica de Sierras Pampeanas (Caminos, R. 1979), en su superficie se emplazan serranías de escasa altura, constituidas por materiales Precámbricos cubiertos por depósitos sedimentarios cuaternarios principalmente de tipo loesoide, de importante riqueza productiva.

Las Lomas de La Atravesada y La Higuera, dividen, el Departamento en dos valles principales, el Valle del Río Balcozna- Las Lajas y el valle del Río Paclín, área motivo de este trabajo.

Su clima corresponde a un ambiente semiárido a subhúmedo, veranos húmedos, con una importante amplitud térmica, donde la temperatura puede oscilar entre los 40°C de día y 6°C de noche, las precipitaciones en esta estación son torrenciales, de corta duración y provocan la crecida de los cauces principales. El invierno es seco, cuando ingresa aire frío del Sur, las temperaturas pueden descender hasta los -05°C en las zonas más altas, provocando intensas heladas. El desarrollo socio-económico se sustenta principalmente en las actividades ganadera (vacunos, ovinos y caprinos) y agrícola.

El relieve en general presenta un marcado contraste entre las formas de pendientes elevadas y el valle, como expresión de los diversos procesos tectónicos, geomorfológicos e incluso eventos neotectónicos que afectaron a la región durante el cuaternario, y que han actuado sobre distintas litologías modelando el paisaje.

Desde el punto de vista geomorfológico se trata de un valle elongado de dirección Norte-Sur, donde se destacan los bloques de basamento separados por el valle de Paclín, el piedemonte oriental de la Sierra de Gracian, es más bien angosto, generado por la confluencia de abanicos aluviales; en el se

asientan las poblaciones mencionadas, por lo que allí es más fuerte el impacto antrópico, tanto en lo referido a las actividades agrícolas y ganaderas como al movimiento de suelos. El Piedemonte occidental de la Sierra de Ancasti varía entre 1,5 y 3,2 km de ancho, presenta abanicos aluviales actuales, paleoabanicos y dos niveles de glaciares, la presión antropica en este piedemonte es menor, no obstante, dado que la ladera de la sierra como expresión del fracturamiento inverso que dio origen al valle, es abrupta y escarpada, por lo que son comunes en ella los deslizamientos de laderas, tanto de tipo húmedo (menos frecuentes) como gravitacionales en seco.

La evolución de las laderas ha sido afectada por procesos de movimientos en masa propios de su dinámica interna, añadiendo a ello la actividad antrópica que contribuye a acelerar la ocurrencia de ese tipo de procesos, hacia el S presentan escasa cobertura vegetal y exhiben taludes de derrubios originados por el desprendimiento de bloques, auxiliados por la acción de la gravedad.

En general los procesos de movimientos en masa impactan el relieve en diversos lugares, escalas, condiciones geológicas, geomorfológicas, climáticas e inclusive sociales. Por ello, es necesario establecer criterios y estandarizar los datos que surgen y se relacionan con su estudio. El compendio de esa información de manera sistematizada en una sola matriz, es el inicio de la construcción de un inventario de los procesos mencionados. Un inventario de este tipo se puede definir como la relación ordenada de la ocurrencia y características de los procesos de movimiento en masa en un territorio determinado, y durante un periodo específico, el cual debe permanecer actualizado detalladamente. (Alcantara Ayala, I. y Murillo García, 2008).

Siguiendo la estructura del inventario definida por Alcántara Ayala y Murillo García, 2008, se trabajó en ocho categorías: información general, hidrología, geología, edafología, geomorfología, causas, riesgo y otros detalles.

Para el análisis Geológico y Geomorfológico se ha diferenciado el área en Unidades Geomorfológicas pretendiendo de este modo, establecer una organización en la caracterización y descripción del paisaje geomorfológico, y el conocimiento y valoración del comportamiento de los diversos procesos responsables de ese relieve. Las unidades geomorfológicas se definieron considerando que “una unidad geomorfológica se caracteriza por su homogeneidad espacial y temporal, expresada por la presencia reiterada de elementos morfogenéticos endógenos y una similar historia geomórfica, constituyendo así una unidad básica de mapeo” (Sayago, 1.986).

En el análisis hidrológico se describe el cauce principal, el Río Paclín de unos 75 km de longitud, que recibe los aportes de los Ríos Santa Ana, Talahuada, El Rosario y Payahuayco, los cauces temporarios que descienden de las sierras que lo circundan y el escurrimiento mantiforme.

Se logró generar una base de datos inicial que identifica y describe los diversos riesgos geoambientales presentes en la zona, su relación con los cambios climáticos locales, la importancia de las intervenciones antrópicas, a través de sus diversas actividades cotidianas y de sus obras civiles, en la génesis o potenciación de los riesgos geológicos y geomorfológicos y en el incremento de la vulnerabilidad frente al riesgo, la expresión gráfica, que define las características geológicas, geomorfológicas, hidrológicas y de zonificación de los movimientos en masa se encuentran, en el presente trabajo, expresados en la cartografía temática correspondiente.

## BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

- Alcántara Ayala, I. y Murillo García, F. Procesos de remoción en masa en México: hacia una propuesta de elaboración de un inventario nacional. Invest. Geog [online]. 2008, n.66, pp. 47-64. ISSN 0188-4611.
- Caminos, R. 1979 Sierras Pampeanas Noroccidentales. Salta, Tucumán, Catamarca, La Rioja y San Juan. En IIº Simposio Geológico Regional Argentino. I:129-146.
- Sayago, J. 1986 Las Unidades Geomorfológicas como base para la evaluación integrada del paisaje natural” Acta Geológica Lilloana XV:3 Ed RAGA.

Palabras Claves: procesos hidrometeorológicos, movimiento en masa, Paclín, Catamarca.

## 1.16- EMPLEO DE FITOREMEDIACION PARA EL CONTROL DRENAJE ACIDO

### Lic. Silvia Watkins

Especialista en Conservación y Gestión Ambiental - Facultad de Tecnología y Ciencias Aplicadas  
Maximio Victoria 54 (4700) Catamarca

### INTRODUCCION

El Drenaje Ácido de Mina (DAM) es el producto formado por la oxidación atmosférica de minerales sulfurosos de hierro (principalmente pirita) relativamente comunes, en presencia de bacterias (fundamentalmente cepas locales de *Thiobacillus ferrooxidans*) y algunos otros productos generados como consecuencia de esas reacciones de oxidación. Además de la pirita la pirrotina ( $SFe_x$ ) y la jarosita  $KFe_3(OH)_6(SO_4)_2$  también producen ácido. La posterior erosión de los relaves dispersa los metales.

Las reacciones químicas ocurridas generan soluciones ácidas, que dan como resultado una disminución considerable del pH en el microambiente de los minerales, estabilizándose en valores típicos de 2.5 a 3.0. El vertido de estas soluciones afecta la química de las aguas superficiales y subterráneas, planteando problemas ambientales de diversa índole como el incremento de metales en los cuerpos de agua cercanos y acuíferos, la degradación de los ecosistemas acuáticos, impacta sobre la flora y fauna, acidifica el suelo, puede producir daño a estructuras metálicas y de hormigón.

Se debe considerar que debido a las condiciones de aridez de la zona cordillerana y de la faja mineralizada terciaria que alberga yacimientos como Farallón Negro, Bajo de la Alumbraera., Cerro Atajo, Capillitas, Agua Rica y Filo Colorado, concentrando la mayor parte de las operaciones mineras, la infiltración de aguas ácidas puede ser aparentemente poco relevante.

El clima decide en qué dirección se van a movilizar los elementos. En un clima húmedo se movilizan hacia abajo y en un clima seco o reductor hacia la superficie, vía transporte capilar a un ambiente más oxidante.

### MEDIDAS DE CONTROL DEL DAM

Para el manejo del DAM existen líneas de acción enunciadas en orden de preferencia: prevención, control y remediación.

En primer término se investiga a escala piloto o de laboratorio el potencial de los desechos para generar ácido. Se determina así el potencial que tienen los minerales presentes para producir ácido (PA) y el potencial para neutralizar la acidez (PN) definidos por los minerales generadores versus la roca de caja o los carbonatos/silicatos presentes, definiendo el ambiente geoquímico ácido o neutro que define la movilidad de los metales.

### **PREVENCIÓN DEL PROCESO DE GENERACIÓN**

Además de la pirita, la presencia conjunta de agua y de oxígeno es fundamental para la progresión del proceso. Esto tiene importantes consecuencias para el control del DAR ya que al remover la fuente de oxígeno (sumergimiento total en agua) o fuente de agua (soil recover), el proceso no se lleva a cabo. De la misma manera, la producción de DAM puede ser considerablemente retardada o detenida inhibiendo la reproducción de bacterias mediante un agente bactericida. (Se ha comprobado que la inhibición de los microorganismos puede llegar a reducir la producción de ácido en un 75%).

Otro modo de evitar el DAM, se hace eliminando la fuente de oxígeno, sumergiendo del material bajo el agua en océanos o lagos. (Island Copper, Canadá). Por esto un dique de colas activo no debería tener aguas ácidas.

El recubrimiento y sellado de los materiales mediante la aplicación de una cubierta de suelo (soil cover), evita tanto la interacción con el oxígeno como la presencia de agua, el uso de agentes bactericidas retarda o detiene. Nueva tecnología permite eliminar el agua presente en los relaves mediante filtros de banda. Se extrae el agua de las colas con una prensa, de manera que el agua se puede reutilizar para el proceso de tratamiento del mineral y el sólido se deposita con un 18 % de humedad remanente, que luego en climas secos se elimina por evaporación, ej. Mina Sauzal (México) y El Peñon (Chile).

### **EMPLEO DE FITOREMEDIACION (VETIVER GRASS TECHNOLOGY, VGT)**

Estudios experimentales han demostrado que la siembra de una especie vegetal de la India denominada *Vetiver zizanioides*, es efectiva para el Control del DAM, para la conservación de agua y suelo, estabilización de taludes y control de la erosión.

Esta especie es una Gramínea perenne, se desarrolla en suelos ácidos, crece hasta una altura de 2 m, con un sistema radical fuerte que se desarrolla verticalmente hasta profundidades de 3 a 5 metros. Soporta condiciones xerófitas, pleno sol y sobrevive más de 50 años.

Puede crecer en pedregales, suelos ácidos (pH 3) o alcalinos (pH 11), aguanta niveles tóxicos de metales como aluminio, manganeso (550 ppm) y condiciones sódicas y/o salinas. Resiste inundaciones por períodos de 3 meses o más, después que está bien establecido. Crece bien en suelos pocos profundos. El sistema masivo de raíces generalmente se desarrolla verticalmente y no compite con los cultivos adyacentes. Deben evitarse las especies que producen semillas fértiles para no correr el riesgo de crear tipos con potencial para convertirse en invasoras.

Se propaga por división de raíces. Si hay mucho material vegetativo disponible en barreras ya existentes, esas barreras pueden dividirse. Cuando el material es escaso, se requieren viveros para multiplicarlo.

La fitoremediación, permite limpiar o estabilizar suelos enriquecidos con metales de manera más económica que otras tecnologías porque la fuente de energía que utiliza es la del sol. También se relaciona con un mejoramiento del paisaje y la potencialidad de volver a usar estos terrenos, ya sea como parques recreacionales o para el cultivo de determinadas especies arbóreas con valor económico.

Las plantas deben importarse de países que las emplean. Chile, Estados Unidos, Colombia, Brasil, India, Australia, entre otros. Se ejemplifica el uso de Vetiver en Chile mediante las fitoremediaciones en el Tranque Piuquenes (Foto 1) de Codelco,-División Andina y en la revegetación de los relaves procedentes de la Mina El Salvador, en Chañaral (Fotos 2 y 3).



Foto 1. Tranque de relave Piuquenes



Foto 2. Fitoremediacion en Chañaral



Foto 3. Relaves en Chañaral

## LEGISLACIÓN APLICABLE

En la actualidad no existe un cuerpo legislativo específico al respecto, y por lo tanto, su fiscalización es llevada a cabo indirectamente a través de otras normas como las Normas de calidad de Agua (Ley 24. 585, anexo IV Niveles Guía de Calidad de Agua para distintos usos, entre otras normativas).

El tema principalmente se aborda de manera preventiva en el Estudio de Impacto Ambiental a que debe someterse todo nuevo proyecto minero. Una ventaja comparativa que tiene nuestro país es la de haber iniciado la etapa de la gran minería de la mano de una ley minero ambiental de carácter preventivo.

## CONCLUSIONES

Se trata de modificar el ambiente geoquímico, teniendo en cuenta que con la explotación y el tratamiento de los minerales, estos quedan expuestos a condiciones atmosféricas diferentes a las naturales. En todos los casos se debe complementar con pruebas de laboratorio, pilotaje en terreno, estudios geotécnicos, modelación hidráulica y monitoreo de agua.

## BIBLIOGRAFÍA

- R. Fonseca\*, C. Diaz\*, M. Castillo\*, J.R. Candia\* and P. Truong\*  
"Uso de Vetiver Grass Technology (VGT) para la Rehabilitación de Sitios Mineros en Chile: Resultados Preliminares" Fundación Chile. Actas Congreso Geológico Chileno, 2006.
- Bernard Dohld, Universidad de Lausanne, Suiza. Apuntes curso "Geología y Geoquímica de los Desechos Mineros. Agosto de 2006. Universidad de Atacama. Chile.
- Web site. [www.vetiver.com](http://www.vetiver.com).
- Environmental Technologies Inc. (ETI-Canadá), Universidad de Waterloo (Canadá), Universidad de Chile, Dirección General de Aguas (DGA), CONAMA, Oxiquim, RTDF (USEPA).



## **7.17- PROCESOS DE PIPING EN EL PARAJE EL BARRIALITO. CUENCA DEL RÍO ANZULON. PROVINCIA DE LA RIOJA.**

***Alicia Azucena Leiva***

INGeReN. Instituto de Geología y Recursos Naturales, Centro de Investigación e Innovación Tecnológica (CENIIT), Universidad Nacional de La Rioja.  
Av. Gob. Vernet y Apóstol Felipe. 5300, La Rioja, Argentina  
E-mail: alicia\_leiva2003@yahoo.com.ar

(Al fin de esta edición no se encuentra presente el trabajo para su publicación).

## **7.18- IDENTIFICACION DE LOS RIESGOS GEOMORFOLOGICOS DERIVADOS DE LA PRESIÓN ANTROPICA PRESENTES EN LA RUTA EL RODEO-LA PUERTA- DPTO AMBATO-CATAMARCA**

***Cinthia Alejandra Lamas***<sup>1,2</sup>

(1) Cátedra de Geomorfología – Facultad de Tecnología y Ciencias Aplicadas- UNCa  
(2) Instituto de Monitoreo y Control de la Degradación Geoambiental (IMCoDeG)- Facultad de Tecnología y Ciencias Aplicadas- UNCa - aniz@tecno.unca.edu.ar

### **RESUMEN**

El trabajo se llevó a cabo en tres etapas y sus correspondientes campañas de campo y trabajos de Gabinete, en la primera etapa se desarrollaron tareas de gabinete previas a las campañas, la segunda etapa, trabajos de control de campo y, por último, la tercera etapa que consistió en el procesamiento e interpretación de la información obtenida para la elaboración de la presente tesis.

### **METODOLOGÍA Y PRODUCTOS**

Se confeccionaron mapas base geológico, hidrológico, geomorfológico y topográfico a nivel departamental, utilizando herramientas GIS, software ArcGis, digitalizando sobre un mosaico de la Provincia generado por el ETISIG provincial (Equipo de Trabajo Interinstitucional de Sistemas de Información Geográfica), a partir de imágenes satelitales Landsat 5-TM5. La cartografía topográfica representada mediante curvas de nivel y los modelos de elevación digital (DEM), se confeccionaron utilizando los softwares Global Mapper y ArcMap sobre base de una imagen SRTM, con resolución de 90 metros, este tipo de imagen tiene datos referidos a la coordenada Z (altura) que permiten recrear con exactitud el relieve de una superficie. Los softwares utilizados para este estudio, son herramientas de rápida visualización y organización, de esta manera los mapas generales, tales como lo son el geológico e hídrico, se realizaron completamente con Arc Gis, Software que permite la digitalización fácil de polígonos y rectas para la confección de mapas. El Global Mapper es un software útil para la visualización de imágenes, y también, nos ayuda a convertir los datos en diversos formatos en los que se desee trabajar, tal es el caso del Mapa geomorfológico, en el que se aplicaron varios software para su realización. El Mapsource permitió la rápida administración de waypoint (coordenadas tomadas en puntos específicos) descarga de datos directamente del GPS y la vinculación directa de los datos mencionados anteriormente con las imágenes QuickBird.

Una vez generada la cartografía base, se realizó el correspondiente control de campo, recorriendo toda la zona de investigación constatando, correlacionando, ajustando y corrigiendo los mapas

confeccionados, con la observación directa en el campo de las diversas geoformas presentes, y de todas las características del relieve, relevando puntos estratégicos con navegador GPS, para facilitar el posicionamiento de campo en la cartografía.

El trabajo de campo consistió en 1) Valoración del trazado de la ruta y 2) Análisis de los Riesgos. Un desastre natural de tipo geomorfológico se genera cuando los factores que regulan el estado morfogenético de un lugar franquean en cascada los umbrales de estabilidad (Anguita y Moreno, 1994). El umbral correspondería a una situación límite en torno a la cual los factores o variables que controlan el proceso geomorfológico se modifican, superan valores críticos de ritmo, de intensidad, de sentido o de naturaleza. En ese contexto se reconocieron, evaluaron, identificado, descripto y caracterizado los riesgos de tipo geomorfológicos presentes; acompañado con el registro fotográfico correspondiente.

### **LAS CONCLUSIONES PRINCIPALES A LAS QUE SE ARRIBÓ**

-La proyección y ejecución de la obra vial significa para los habitantes de la región en particular, y para los habitantes temporales y turistas en general, una obra que simplifica el acceso y traslado entre dos Valles de singular belleza.

- La Intervención antrópica ha modificado el relieve natural, modificando así mismo el equilibrio natural entre la topografía, clima, relieve y geomorfología del lugar.

-El ensanchamiento del Valle natural generado en la quebrada del Río Ambato no solo implica la modificación paisajística, sino también variación en taludes de laderas, en la escorrentía del cauce principal y algunos afluentes, y la generación de una vía de circulación de aire que modifica localmente condiciones climáticas estacionales, que afectan el contenido de humedad en algunos sectores.

-La geomorfología previa a la intervención, muestra una quebrada tectónica angosta, con laderas empinadas, un cauce encajonado con desarrollo de 2 niveles de terrazas fluviales y carencia de piedemonte.

- La geomorfología post intervención, muestra alteración en la pendiente de taludes con remoción de materiales tanto durante la obra como posterior a ella, con modificaciones morfométricas del cauce y presencia de piedemonte.

- Se generan antropformas tales como la cascada, el ensanchamiento para establecer las banquetas en la ruta proporcionan piedemontes artificiales, el nivel de terraza que funciona como malecón artificial, la exondación de canales principales de algunas subcuencas cambiando la geometría del cauce.

- Respecto a los procesos de movimiento en masa se reconocieron deslizamientos de detritos, en seco y húmedo. Mientras que los de mayor magnitud son los deslizamientos de tipo planar y traslacional con manifestaciones en algunos sectores de movimientos complejos.

- El disparador de los movimientos son por el grado de humedad en épocas de precipitaciones y vibraciones vehicular y micro sísmica.

-De acuerdo a la geomecánica, la inestabilidad de los Taludes existentes está afectado por la realización de voladura normal no controlada y el tipo de roca presente.

## BIBLIOGRAFÍA

- Anguita, Francisco y Fernando Moreno (1994). Procesos Geológicos Externos y Geología Ambiental, Madrid: Editorial Rueda.
- Ayala, F.J, (1990) - "Análisis de los conceptos fundamentales de riesgos y aplicación a definición de tipos de riesgos geológicos". Bol. Geol. Y Min., Vol. 101-3, pág. 456-467. Madrid, España.
- Bergsma, E., et al (1.996) "Terminology for Soil Erosion and Conservation". Int. Society of Soil Science, ITC, ISRIC.
- Blasco, Graciela, Caminos, Roberto L., Nullo, Francisco. Hoja Geológicas 2966 - II de San Fernando del Valle de Catamarca.
- Chang Matilde Samarriba et.al., (2005) "Manual de métodos sencillos para estimar erosión hídrica".
- Cisterna Miriam, (1988) "Geología vial del tramo El Rodeo-La Puerta"
- Estrategia Internacional para la Reducción de Desastres (EIRD)- curso de reducción del riesgo de desastres y desarrollo local sostenible.
- Gaspari Fernanda Julia, (2005) "Ordenamiento territorial de microcuencas en base al riesgo de erosión hídrica superficial a través de la aplicación de SIG" revista electrónica de la REDLACH-Nº1.
- González Bonorino, (1978) Descripción Geologica de la Hoja 14f San Fernando del Valle de Catamarca, Servicio Geológico Nacional- Bs. As. Argentina.
- Jordan et al., (1986) "Bloques rígidos fracturados por compresión, faja orogénica del NOA".
- Niz, Oviedo, Lamas., (2009) "Potential erosion due to forest fires in Los Puestos and Singuil basin Catamarca Argentina actas "7th International Conference On Geomorphology (ANZIAG) - Ancient Landscapes - Modern Perspectives" Melbourne Convention and Exhibition Centre .- Australia
- Nullo, Francisco., (1981). "Geología Regional del Noroeste de la República Argentina".
- Polansky, J., (1966). "Flujos rápidos de escombros rocosos en zonas áridas y volcánicas ". Manuales EUDEBA/Geología. Buenos Aires.

## 7.19- PMBOK® EN EL GERENCIAMIENTO DE PROYECTOS DE RIESGOS DE DESASTRES

**Juan Moreno, Valeria Poliche, Marcela Molina, Erika Lobo, María B. Leguizamón & María B. Casas**

Departamento de Informática, Facultad de Tecnología y Ciencias Aplicadas, Universidad Nacional de Catamarca.

jpmoreno, vpoliche, marcela\_molina, carolaflores@tecno.unca.edu.ar; mbelenleguizamom, mbelencasas88@gmail.com

## RESUMEN

Muchas personas creen que los desastres son inevitables o que a ellos nunca los van a afectar. Pero se ha venido observando que en el mundo ocurren permanentemente catástrofes con consecuencias que dejan un importante porcentaje de víctimas y pérdidas materiales. Tenemos la responsabilidad de tomar medidas anticipadas para reducir los riesgos y los efectos que una eventualidad o catástrofe natural pueda ocasionar sobre la población. Para abordar lo planteado se deben generar y gestionar proyectos para prevenir estos desastres. Para que un proyecto de este tipo tenga éxito son claves

realizar una buena gestión del proyecto. El Project Management Institute (PMI) establece dentro de su Project Management Body Of Knowledge (PMBOK) normas que surgen como resultado de experiencias en la Gestión de Proyectos, las cuales intentan ser una guía de buenas prácticas, conocer que existen buenas prácticas para el gerenciamiento de proyectos permite que un proyecto tenga éxito. Con esto se pretende impulsar la utilización de las normas del PMBOK en proyectos sobre riesgos de desastres y desarrollo territorial sostenibles.

## INTRODUCCIÓN

La gestión del riesgo de desastre se ha convertido en un tema de gran importancia debido al incremento de los desastres producidos en los últimos años, lo que ha provocado consigo un aumento en pérdidas humanas, económicas y materiales. En consecuencia, la tendencia actual es “centrarse en la reducción de riesgos y vulnerabilidades” para proporcionar una solución que pueda satisfacer a todos los agentes implicados en un desastre, desde el gobierno, las instituciones, entre otros, hasta lo más importante que son las personas afectadas y que en la mayoría de los casos son las que tienen menor información y desconocen los riesgos a los que pueden enfrentarse.

A pesar de contar con procesos y recursos adecuados todavía presenta una visión limitada de la gestión de riesgos de desastre, generada por un enfoque desfragmentado y en muchos casos el uso ineficiente de los recursos empleados para reducir los riesgos de desastre (Keipi et al., 2005), situación que muchas veces provoca resultados distintos de los esperados o deseados.

Actualmente la gestión del riesgo de desastres requiere de una buena organización interinstitucional, multisectorial e interdisciplinar que trabaje conjuntamente y que además gestione correctamente todos los recursos, esperando un incremento de su funcionalidad y una reducción adecuada del riesgo de desastres.

En cuanto a las actividades necesarias de actuación incluidas en esta gestión, se encuentra la elaboración de proyectos, basando su desarrollo en todos los aspectos internos y externos que podrían afectar su implementación.

En este contexto, es prioritario contar con herramientas concretas y efectivas para la administración de proyectos de esta índole.

La gestión de proyectos también conocida como gerencia o administración de proyectos es la disciplina que guía e integra los procesos de planificar, captar, dinamizar, organizar talentos y administrar recursos, con el fin de culminar todo el trabajo requerido para desarrollar un proyecto y cumplir con el alcance, dentro de límites de tiempo, y costo definidos: sin estrés y con buen clima interpersonal.

El PMBOK (2008) es una colección de procesos que abarcan distintas áreas de conocimiento generalmente aceptadas como las mejores prácticas dentro de la gestión de proyectos. El PMBOK es un estándar reconocido internacionalmente (IEEE Std 1490-2003) que provee los fundamentos de la gestión de proyectos que son aplicables a un amplio rango de proyectos.

Teniendo en cuenta la importancia de la gestión del riesgo de desastres, se desarrollan diferentes proyectos para asegurar la reducción de los riesgos y vulnerabilidades. Para una mejor gestión de estos proyectos, se considera ver la aplicación de estándares que proveen “buenas prácticas” por

lo que se plantea como objetivo del trabajo analizar y promover la utilización de PMBOK sobre proyectos que se desarrollan en ámbitos de prevención de desastres.

## **MARCO TEORICO**

### ***Desastres naturales***

El término desastre natural hace referencia a las enormes pérdidas materiales y vidas humanas, ocasionadas por eventos o fenómenos naturales como los terremotos, inundaciones, tsunamis, deslizamientos de tierra, deforestación, contaminación ambiental y otros.

Los fenómenos naturales, como la lluvia, terremotos, huracanes o el viento, se convierten en desastre cuando superan un límite de normalidad, medido generalmente a través de un parámetro. Algunos desastres son causados por las actividades humanas, que alteran la normalidad del medio ambiente, estos son: la contaminación del medio ambiente, la explotación errónea e irracional de los recursos naturales renovables como los bosques y el suelo y no renovables como los minerales, la construcción de viviendas y edificaciones en zonas de alto riesgo.

Los efectos de un desastre pueden amplificarse debido a una mala planificación de los asentamientos humanos, falta de medidas de seguridad, planes de emergencia y sistemas de alerta provocados por el hombre se torna un poco difusa.

La actividad humana en áreas con alta probabilidad de desastres naturales se conoce como de alto riesgo. Zonas de alto riesgo sin instrumentación ni medidas apropiadas para responder al desastre natural o reducir sus efectos negativos se conocen como de zonas de alta vulnerabilidad.

Los desastres no son naturales, los fenómenos son naturales. Los desastres siempre se presentan por la acción del hombre en su entorno.

### ***Consecuencias de los desastres***

Los desastres naturales no solo causan efectos devastadores en el momento en que se producen, sino que afectan el desarrollo humano-económico de la región, generando pobreza, destrucción de infraestructura, disminución en la producción agrícola, afectando la seguridad alimentaria, la salud y la educación, generando estancamiento tecnológico y social.

Frecuentemente surge la pregunta entre las comunidades científicas encargadas de estos temas sobre qué tan natural es un desastre natural. Esto es, qué tan responsable es la actividad humana, tal como la industrial, del creciente número de desastres naturales en el planeta, en virtud del hecho de que ello está acelerando el ritmo de calentamiento del planeta. También se discute sobre la inequidad económica, que vulnera más a los más pobres y les impide acumular el capital necesario para construir en zonas de menor riesgo, por citar sólo unos ejemplos de la contribución del hombre a aumentar el riesgo de desastres naturales.

Según el estudio desarrollado por Oxfam (2007), en el período 1987-2007, se han cuadruplicado los desastres naturales e incrementado el número de personas afectadas.

### ***Prevención de Desastres***

Se entiende por prevención una serie de medidas cuya finalidad es la de evitar los daños que pudieran causar los fenómenos naturales extremos o los daños causados por actividades humanas. Es muy aventurado afirmar que mediante la prevención, puedan eliminarse las causas de desastres.

Actualmente no es posible eliminar el riesgo de fenómenos tales como huracanes, terremotos, erupciones volcánicas y tsunamis.

Las medidas de prevención se dirigen a convivir con estos fenómenos, procurando disminuir su impacto negativo, en pérdidas de vidas humanas, y daños a las actividades económicas.

Para poder disponer de un sistema eficiente de prevención contra daños causados por fenómeno naturales extremos, comúnmente llamados catástrofes naturales, es necesario crear, tanto en el gobierno central, como en la población en general, la conciencia de la necesidad de un sistema de predicción y previsión de catástrofes naturales.

Es imprescindible desarrollar proyectos para poder prevenir los desastres naturales.

En todo el mundo existen organizaciones creadas con el fin de prevenir o reducir los riesgos de desastre, entre las principales organizaciones que abordan esta disciplina se encuentran:

- Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO).
- Oficina de las Naciones Unidas para la Reducción de Riesgos de Desastres (UNISDR)
- Red de Estudios Sociales en Prevención de Desastres en América Latina ( LA RED)
- Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED).
- Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL).

En Argentina la Subsecretaria de Planificación Territorial de Inversión Pública perteneciente al el Ministerio de Planificación Federal Inversión Pública y Servicios, lleva a cabo el Programa Nacional de Prevención y Reducción del Riesgo de Desastre y Desarrollo Territorial (2010).

El programa tiene como objetivo insertar en todas las políticas de desarrollo y ordenamiento territorial, a nivel nacional y provincial, la problemática del riesgo ambiental y antrópico, de manera de reducir drásticamente las ocurrencias de catástrofes y/o disminuir los efectos perjudiciales de las mismas.

Los beneficiarios directos de este proyecto son en primer lugar todos los organismos nacionales vinculados al diseño e implementación de políticas públicas, los cuales contarán con herramientas para integrar la dimensión del riesgo en su diseño de políticas. En segundo lugar las localidades y provincias donde se pongan en marcha las experiencias piloto, finalmente, en tercer lugar, será beneficiario de este proyecto todo el territorio nacional, pues el proyecto contribuirá a reducir la vulnerabilidad de los territorios y de las inversiones públicas a realizar en el futuro inmediato.

Para contribuir con las diferentes iniciativas internacionales y lograr una sistemática reducción de desastres en Argentina es necesario incorporar en forma efectiva la temática del riesgo en la agenda del desarrollo del país y muy especialmente en la agenda de todos los organismos vinculados al ordenamiento territorial y a la inversión pública en general, y además mejorar los mecanismos para vincularse en forma efectiva con las instituciones responsables del manejo operativo de la emergencia.

### ***Gestión de proyectos o Project Management (GP)***

Existen dos métodos o normas mundialmente reconocidas en lo que concierne a GP, una de ellas es Projects In Controlled Environments 2 (PRINCE2) que fue desarrollada por el gobierno británico,

utilizada en su mayoría por países pertenecientes a la comunidad europea; y Project Management Body of Knowledge desarrollada por el Project Management Institute (PMI), el cual es un institución fundada en 1969 en EEUU y que nuclea a profesionales en gestión de proyectos, este estándar logró mayor aceptación mundial que PRINCE2 (2009) y ha sido adoptado por organizaciones profesionales mundialmente reconocidas como la IEEE, adoptado como norma ANSI y referenciado por la OSI.

### Project Management Body Of Knowledge (PMBOK)

El Project Management Institute establece una serie de normas a seguir para lograr una buena gestión de proyectos. Estas normas se encuentran plasmadas en el Project Management Body Of Knowledge, el cual es una guía de buenas prácticas para la gestión de proyectos. Si bien su fama es la de ser un manual, está lejos de ello, ya que dependiendo del proyecto se pueden o no aplicar todos los procesos que se establecen en el mismo. El contenido del PMBOK surge de experiencias prácticas en la gestión de proyectos, donde la colaboración es el pilar fundamental para la concepción de un proyecto exitoso.

### Procesos



Figura 1. Ciclo de vida de un proyecto

La gran amplitud y generalidad del PMBOK permite su adaptación a proyectos de cualquier tipo (construcción, software, etc.). Si bien el PMBOK define 42 procesos para una buena gestión de proyectos, no quiere decir que deban ser utilizados todos ellos. Dependiendo del tipo de proyecto se utilizarán o no cada uno de ellos.

Para el PMBOK un proyecto tiene un inicio y un fin, es decir, tiene un ciclo de vida definido y medible (Fig. 1), ya sea corto o largo. No se debe confundir el ciclo de vida del proyecto con el ciclo de vida del producto. El producto es el resultado esperado del proyecto.

El PMBOK está compuesto por 42 procesos que se aplican en áreas de conocimiento, dichos procesos son aceptados como las mejores prácticas dentro de la gestión de proyectos. Cada uno de los 42 procesos definidos por el PMBOK posee entradas, herramientas/técnicas a utilizar en el proceso y salidas. Las entradas están compuestas por documentos previos generados por la gestión de proyectos, experiencias previas o información que posee la organización. Las herramientas/técnicas que se aplican en los procesos son de lo más variadas, permitiendo generar nueva información para la toma de decisiones. Las salidas son documentos o generación de nuevos conocimientos para la organización, que servirán con entrada de otros procesos o bien generan nuevas experiencias que serán asimiladas por la organización.

## Áreas de Conocimiento

El PMBOK® establece la administración de proyectos como un conjunto de nueve áreas de conocimiento, que deben ser dominadas por el gerente del proyecto (project manager) y que contienen una serie de procesos que corresponden a los pasos necesarios para que sean completamente cubiertas. Cada proceso establece unas entradas (documentos), técnicas (mejores prácticas) y salidas (nuevamente documentos). Tanto las entradas como las salidas conectan a los diferentes procesos entre sí para formar una completa red.

Las áreas de conocimiento definidas en el PMBOK® son:

- **Gestión de Integración:** procesos requeridos para integrar todas las actividades, documentos y recursos del proyecto.
- **Gestión de Alcance:** procesos requeridos para identificar todo el trabajo requerido y sólo el trabajo requerido para obtener los entregables del proyecto y cumplir los objetivos.
- **Gestión de Tiempo:** procesos requeridos para asegurar que el proyecto sea finalizado a tiempo.
- **Gestión de Costos:** procesos requeridos para asegurar que el proyecto es finalizado dentro de un presupuesto aprobado.
- **Gestión de Calidad:** procesos requeridos para asegurar que el proyecto cumple los requerimientos y necesidades por los cuales fue emprendido.
- **Gestión de Comunicaciones:** procesos requeridos para asegurar la generación, distribución, almacenamiento y disposición última de toda la información del proyecto, a tiempo y de forma adecuada.
- **Gestión de Recursos Humanos:** procesos requeridos para administrar eficientemente la gente que participa en el proyecto.
- **Gestión de Riesgos:** procesos requeridos para identificar, analizar y responder efectivamente a los riesgos del proyecto.
- **Gestión de Adquisiciones:** procesos requeridos para adquirir bienes y servicios fuera de la organización del proyecto.

## Procesos por áreas de conocimiento

Cada área de conocimiento incluye varios procesos que se presentan en la Fig. 2:



< Figura 2. Áreas de Conocimiento de la Gerencia de Proyectos con sus Procesos Internos

## APLICACIÓN DE PMBOK EN PROYECTOS DE RIESGOS DE DESASTRES

Este trabajo se desprende del proyecto la “Gestión del conocimiento en organizaciones públicas y privadas de nuestro medio” subvencionado por la Secretaria de Ciencia y Tecnología (SCyT) de la Universidad Nacional de Catamarca, Argentina. La iniciativa surge por la necesidad de administrar los proyectos de prevención de desastres, debido a que es de vital importancia realizar el seguimiento y administración de estos proyectos para poder mejorar los procesos que se llevan a cabo.



### **Planteo del problema**

Kofi Annan (EIRD, 2005), señaló que no se puede evitar calamidades naturales, pero sí se debe equipar a las personas y comunidades para que puedan resistirlas. Este es el punto de partida de muchas de las acciones tomadas para la reducción de desastres entre ellas la elaboración de proyectos para la gestión de riesgos de desastres. Pero el porcentaje de éxito de proyectos es realmente bajo. Muchos proyectos llegan a terminarse solo luego de invertir más dinero, debido a malas estimaciones y a fallas en la administración durante el ciclo de vida del proyecto.

Estos hechos contundentes despiertan gran interés internacional y surgen entonces muchas iniciativas enfocándose en el tema de mejoras prácticas en la administración de proyectos. Es así como toman fuerza en los Estados Unidos de América y Europa organizaciones como el Project Management Institute, las cuales tienen como misión mejorar el desempeño en la ejecución de proyectos. Como fruto de estos esfuerzos, se cuenta el día de hoy con una amplia base de conocimiento y herramientas que han permitido mejorar significativamente el dominio en la ejecución de proyectos. El PMBOK publicada por el PMI es uno de esos logros, pero se debe tener en cuenta que:

- No pretende ser exhaustivo, es un tratamiento general de los temas.
- La aplicación de buenas prácticas (habilidades, herramientas y técnicas) pueden aumentar las oportunidades de éxito sobre una gran variedad de proyectos.
- El conocimiento descrito no debe ser aplicado uniformemente a todo tipo de proyecto.
- Es responsabilidad del equipo de proyecto el determinar qué es apropiado para un proyecto y que no.

Es claro de lo anterior que el PMBOK no está planteado como una “receta” única y mucho menos como una solución que pueda o deba ser aplicada a todo tipo de proyecto tal cual está. El PMBOK no es una metodología, es un marco de referencia que debe ser interpretado a la luz de las necesidades y realidades en que se desarrollan los proyectos; debe ser interpretado y adaptado a las situaciones particulares y ello implica un trabajo en ese sentido a lo interno de las organizaciones.

Es así que basados en estas premisas, se ha planteado el objetivo de promover la utilización del PMBOK en proyectos de prevención de desastres, brindando el apoyo necesario para lograr el éxito de este tipo de proyectos.

### **Objetivo**

El objetivo es impulsar la utilización de las normas PMBOK en proyectos sobre Riesgos de Desastres para brindar los conocimientos básicos a los involucrados en el desarrollo de este tipo de proyectos, y así lograr una buena gestión de proyectos, lo que permite alcanzar los objetivos exitosamente.

### **Propuesta de aplicación de PMBOK**

Se pretende analizar e impulsar la utilización de estándares de gestión de proyectos a través del PMBOK, aplicando al ciclo de vida de un proyecto de prevención de desastre, las buenas prácticas que propone; para ello se deberá:

- a) Establecer un Marco Teórico global basado en la comprensión de términos y conceptos PMBOK.
- b) Entender el propósito, entradas, salidas y herramientas y técnicas de los procesos de las áreas de conocimiento de la Gestión de proyectos con PMBOK.

- c) Considerar y promover la utilización del PMBOK para la gestión de proyectos de prevención de riesgos de desastres.

### CONCLUSIONES

El PMBOK® es una gran alternativa en el sector industrial, con tendencia al éxito en las aprobaciones, aplicaciones y funcionamiento de las diversas variedades de proyectos que existen en las gerencias industriales, pero el área industrial no es el único ámbito en el que se podría aplicar el PMBOK®, uno de los ámbitos donde se desarrollan una gran cantidad de proyectos es para mitigar los Riesgos de Desastres. Sería importante apoyarse en el PMBOK para tener los estándares adecuados y considerar los objetivos de este instrumento que permitirá un mejor gerenciamiento de proyectos.

El uso y aplicación del PMBOK será muy importante porque indicará el conocimiento necesario para manejar el ciclo vital del proyecto a través de sus procesos.

### REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- CENAPRED: Centro Nacional de Prevención de Desastres. México.  
[www.cenapred.unam.mx](http://www.cenapred.unam.mx)
- CEPAL: Comisión Económica para América Latina y el Caribe. <http://www.eclac.org/>
- EIRD, Marco de Acción de Hyogo 2005-201 extracto del Informe de la Conferencia Mundial sobre la Reducción de los desastres, 18 a 22 de enero de 2005. V. [En línea] Japón, disponible en: <http://www.unisdr.org/eng/hfa/hfa.htm>. 2005.
- KEIPI, K. et al. Gestión de riesgo de amenazas naturales en proyectos de desarrollo: Lista de preguntas de verificación (checklist). Washintong, DC: Banco Interamericano de Desarrollo. Año 2005.
- LA RED: Red de Estudios Sociales en Prevención de Desastres en América Latina. <http://www.desenredando.org/>
- OXFAM. Catástrofes naturales: durante los últimos 20 años se cuadruplicaron. 2007. Nota de prensa disponible en <http://www.eluniversal.com.mx/internacional/56127.html>. Consultado el 15/04/2013
- PMBOK. Guía de los fundamentos para la dirección de proyectos (Guía del PMBok, Cuarta Edición), ISBN: 978-1-933890-72-2, 2008.
- PRINCE2. Managing successful projects with PRINCE2 (5th edición). Office of Government Commerce. The Stationery Office. pp. 342. ISBN 978-0113310593. 2009
- Programa Nacional de Prevención y Reducción del Riesgo de Desastre. *El riesgo de desastres en la planificación del territorio* [en línea]. Primer avance. 1ª edición, Buenos Aires - Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo – PNUD. Disponible en <http://www.planif-territorial.gov.ar/html/direcciones/riesgos.php> - ISBN: 978-987-1560-19-6. 2010.
- UNESCO: Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura [www.unesco.org](http://www.unesco.org).
- UNISDR: Oficina de las Naciones Unidas para la Reducción de Riesgos de Desastres. [www.unisdr.org](http://www.unisdr.org).

## SIMPOSIO 8 EL SECTOR EDUCATIVO Y LA PREVENSIÓN DE RIESGOS DE DESASTRE

### 8.1- APORTES PARA LA REDUCCIÓN DE LA VULNERABILIDAD EDUCATIVA

**LOURDES N. CICONI**<sup>1</sup>

(1)Geógrafo profesional, Universidad Nacional de Cuyo.  
lourdescicconi@gmail.com

#### RESUMEN

Los conceptos de amenaza, vulnerabilidad y riesgo, son la base de la Gestión de Riesgos a Desastres (GRD). El presente trabajo expone los resultados logrados en la aplicación de un proyecto de reducción de la vulnerabilidad en el sector educativo en Mendoza, Argentina; y acerca las reflexiones surgidas del mismo. La Estrategia Internacional de Reducción de Desastres (EIRD) reflexiona que *“Mientras mayores sean la educación y la organización de una comunidad, mayores serán sus capacidades para prevenir, reducir y mitigar los factores de riesgo, y para recuperarse de los efectos de los desastres desencadenados por fenómenos naturales o por acciones humanas.”* La reducción de desastres empieza en la escuela, pp. 21. (Disponible en [http:// www.eird.org/publicaciones/escuela-segura.pdf](http://www.eird.org/publicaciones/escuela-segura.pdf))

#### INTRODUCCIÓN

Existen numerosas definiciones sobre Gestión de Riesgos a Desastres (GRD) y los conceptos que implica esta teoría, y si bien todas rondan en un mismo eje, cada una pone el acento en aquello que le interesa destacar para llegar a las acciones, que es en fin, en lo que deriva la gestión. En este caso se toma la definición de la ley de Colombia 1523/2012 referida a la GRD.

Vale realizar dos aclaraciones respecto a Colombia, en primer lugar es uno de los países líderes en GRD en América Latina y segundo, para referirse a sus leyes, siempre debe indicarse el año, ya que reinicia la enumeración de sus leyes cuando comienza cada ciclo legislativo.

Dicha ley, establece en su primer artículo que la GRD es un “proceso social orientado a la formulación, ejecución, seguimiento y evaluación de políticas, estrategias, planes, programas, regulaciones, instrumentos, medidas y acciones permanentes para el conocimiento y la reducción del riesgo y para el manejo de desastres, con el propósito explícito de contribuir a la seguridad, el bienestar, la calidad de vida de las personas y al desarrollo sostenible”. Una muy buena combinación de los términos de gestión, riesgo a desastres y desarrollo.

Conviene entonces tener presente la idea de seguridad sobre la que se ampliará más adelante. El presente trabajo no busca ser un diagnóstico de situación, sino que pone al descubierto algunas de las vulnerabilidades del sector educativo en Mendoza y sugiere ciertos puntos para ayudar al debate y discernimiento sobre la temática en general y respecto al sector.

**CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL PROYECTO****Casos de aplicación**

Se tomaron dos establecimientos educativos para la aplicación del proyecto, con las siguientes características según se indica en la tabla 1;

Tabla 1: Características de cada establecimiento educativo.

Caracteres	Caso de aplicación 1	Caso de aplicación 2
Institución educativa	4-083 Colegio Nacional Agustín Álvarez	Escuela 1-715 René Favalaro
Nivel educativo	Secundario	Primaria
Inauguración	1.910	1.995
Turno	Mañana y vespertino	Mañana y tarde
Lugar	Ciudad de Mendoza	Perdriel, Luján de Cuyo
Ámbito	urbano	rururbano
Plazo de ejecución	6 meses	2 meses
Equipo de trabajo y de apoyo académico	Téc. en Seguridad e Higiene S. Sgroi	Licenciada en Geografía S. Quiroga
Población afectada directa	1.800 personas (1.100 alumnos entre ambos turnos y 700 personas que prestan sus servicios como administrativos, preceptores, profesores, bibliotecarios y celadores)	650 personas (600 alumnos y 50 personas en servicio entre administrativos, maestros y celadores)

**La fundamentación, la misión, la visión y los objetivos del proyecto**

Realizar un proyecto de reducción de la vulnerabilidad educativa se fundamenta en dos aspectos principales: por un lado, el concientizar sobre la GRD a la población de escuelas primarias y secundarias, (apostando al compromiso de las nuevas generaciones). El otro aspecto es valorizar a las escuelas como instalaciones críticas de gran importancia en la comunidad.

La misión del proyecto fue propiciar los medios para iniciar la construcción de una escuela segura y resiliente que ayude a reducir y mitigar los riesgos a desastres para su comunidad educativa y que pueda transformarse en un establecimiento seguro para el departamento, en donde cada miembro de la comunidad sea una persona comprometida con reducir la vulnerabilidad de riesgos a desastres en cualquier lugar que habite. Respecto a la visión, se pretende lograr una provincia que gestione sus riesgos a desastres con escuelas seguras.

El objetivo general del proyecto fue: 1) Incrementar la resiliencia frente a los riesgos a desastres existentes en el espacio geográfico en el que cada establecimiento educativo se ubica, 2) Prevenir, mitigar y preparar para los RD (Riesgos a Desastres) que afectan a cada escuela, 3) Fortalecer la conciencia territorial frente a los RD.

Cada objetivo general se trabajó por medio de objetivos específicos y con técnicas de trabajo adecuadas a los plazos de cada proyecto y según las características de la población objetivo.

### ***La gestión de la vulnerabilidad en la GRD***

Debido a que el RD supone la combinación entre la amenaza y la vulnerabilidad, y que esta misma es la que puede ser intervenida desde el sector educativo; es que el proyecto basa sus acciones específicamente en este componente.

### **CARACTERÍSTICAS EN CADA ESCUELA FRENTE A LA GRD**

El proyecto tuvo en cuenta el contexto geográfico en que cada escuela se ubica, además de las características edilicias y sociales de cada institución educativa.

### ***Caso de aplicación 1: Colegio Nacional Agustín Álvarez***

Para comprender la complejidad en la que se inserta el Colegio Nacional Agustín Álvarez, es necesario realizar una breve descripción de la historia de los desastres más importantes que han ocurrido en la capital mendocina vinculados a dicho estable-cimiento.

La ciudad de Mendoza siempre ha ocupado un sitio inapropiado por los riesgos a desastres que la afectan: sismos, aluviones, zonda y granizo principalmente; pero se ha privilegiado su posición en relación a Chile y Buenos Aires en el sentido Oeste- Este por la Ruta Nacional nro. 7 y; entre las ciudades de La Quiaca al norte del país y de Ushuaia al sur, siendo la ciudad de mayor importancia del oeste argentino en el sentido Norte-Sur, vinculándose estas ciudades por la Ruta Nacional N° 40.

Por su parte, el desarrollo urbano ha conllevado a otros riesgos a desastres tanto antrópicos como socio-naturales, incluyendo así a las pestes a fines del siglo XIX, las caídas de ramas de la “ciudad bosque” del siglo XX o el colapso del dique Frías en 1970 por el aluvión que se presentó, y potenció el desastre ocurrido en la ciudad, por citar ejemplos. De este modo, la comunidad mendocina ha decidido su nivel de riesgo aceptable para la localización de la más importante ciudad del oeste de Argentina en un ecosistema frágil e inseguro.

Es así que el sitio de Mendoza, evidencia tres peligros naturales relevantes, el peligro aluvional caracterizado por las pendientes y las lluvias caracterizadas por ser abundantes y concentradas en el tiempo y al oeste de la ciudad, conllevan a un riesgo derivado en inundaciones en la ciudad, como el mencionado aluvión de 1970. Los otros peligros son el sísmico y el hidrometeorológico de granizo y de viento zonda.

Para el caso del Colegio Nacional, se debe remontar hasta el terremoto del 20 de marzo de 1861, considerado por el INPRES (Instituto Nacional de Prevención Sísmica) como “el terremoto porcentualmente más destructivo de toda la historia argentina. Destruyó a la ciudad de Mendoza y dejó alrededor de 6.000 muertos sobre una población total de 18.000 habitantes. La intensidad máxima estimada alcanzó los IX grados en la escala Mercalli modificada y tuvo una magnitud  $M=7.0$  grados en la escala de Richter”.

Por aquella época, la ciudad se localizaba en torno a la actual Plaza Pedro del Castillo, con calles angostas y las paredes de las casas y edificios eran altas y de adobe por lo que las personas no tenían espacios seguros para evacuar. Los sobrevivientes además, tuvieron que resistir a dos

desastres más, derivados del sismo: un incendio, ya que las casas también estaban construidas con paja y se incendiaron porque la iluminación era con querosene o velas.

El segundo desastre fue la destrucción de la fuente de agua de la ciudad, produciendo epidemias que se dieron por la falta de higiene y de medidas oportunas de salubridad.

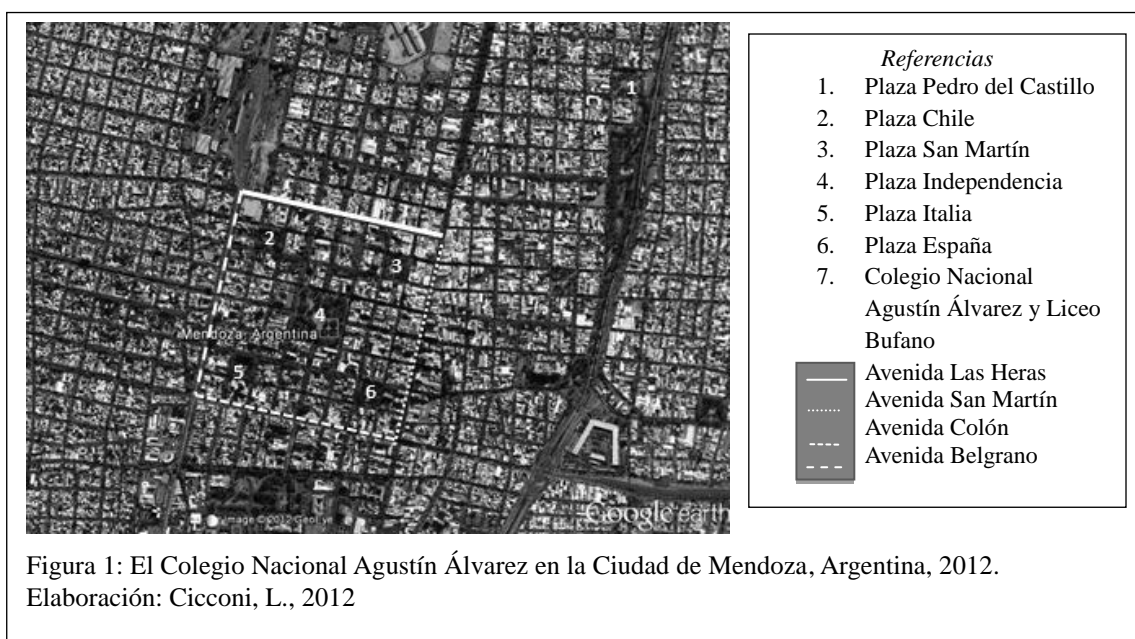
Párrafo aparte merece destacarse que Agustín Álvarez salvó su vida en el evento, gracias a la mujer que cuidaba de él y de su hermano gemelo cuando eran niños.

En fin, según relatan Cortellezzi, Karake y Álvarez (1996), los dirigentes de la ciudad antigua decidieron cambiar el sitio de la ciudad y se propusieron dos opciones, un lugar era la zona de Las Tortugas, actual Luzuriaga, Maipú y el otro era la estancia San Nicolás de la orden de los agustinos, zona de la actual ciudad de Mendoza. Estos proyectos se presentaron entre 1861 - 1863, el ganador fue el propuesto por el Agrimensor Julio Ballofet.

La propuesta evidencia la lección aprendida: integrar lo que hoy se entiende por Ordenamiento Territorial junto con la Gestión Ambiental y la Gestión del Riesgo, como remarcan Quiroga y Videla (2010).

La misma se caracterizó por planificar a la ciudad sobre un plano damero, delimitado por cuatro avenidas principales hacia cada punto cardinal y con calles anchas para la evacuación. Además, cuatro plazas de una manzana de superficie en torno a una plaza principal de cuatro manzanas de superficie, garantizando así amplias zonas de seguridad y refugio para la población. Dichas plazas son: la plaza San Martín, España, Chile e Italia en torno a la plaza Independencia, tal como muestra la figura 1.

El perímetro de cada manzana está bordeado con amplias veredas, acequias y árboles, que aseguran la sombra en verano. A su vez las acequias ayudan a la evacuación de las aguas en caso de inundación, a parte de integrar el sistema de riego del oasis.



Desde 1861 a 1930, la ciudad crece y se desarrolla territorialmente, dando inicio a una nueva etapa, y este cambio se manifiesta (para el caso de aplicación 1) porque en torno a la plaza Independencia se instaló el edificio del Colegio Nacional (que es compartido con el Liceo Bufano), y el Hotel Plaza junto al Teatro Independencia, símbolos de la importancia del lugar, manifiesta en su arquitectura.

El Colegio emplea un edificio de 102 años de antigüedad, que es Monumento Histórico Nacional desde 1989 por el decreto 325 y la Ordenanza Municipal N° 3037/91 lo declaró Patrimonio Cultural de la Ciudad de Mendoza. Su construcción sobre rodillos y sobre una cámara de aire de casi un metro de altura, ha permitido que el edificio persista sin daños.

Posteriormente se instalará la Legislatura Provincial, importantes hoteles y oficinas de servicios y comercios, que junto con las paradas de colectivos, destacan el valor neurálgico de la Plaza Independencia en la ciudad.

Ésta conectividad y los usos del suelo presentes deben ser considerados frente a cualquier plan de GRD.

En conclusión, El Colegio Nacional Agustín Álvarez se comprende dentro de la historia de desastres de la ciudad. Es un colegio inaugurado en 1910, dentro de la Nueva Ciudad, posterior al sismo de 1861 que destruyó a la Vieja Ciudad de Mendoza. Tiene un valor histórico y cultural, ya que persiste hasta hoy a pesar de la ocurrencia de otras amenazas, como aluviones y sismos, y de la vulnerabilidad institucional y cultural que no mitiga los riesgos a desastres, como se explicará más adelante. La posición geográfica de ésta escuela es clave para poder comprender su valor como instalación crítica, debido a las acciones de prevención, evacuación y de refugio que puede otorgar a la comunidad en la que se inserta.

### **Caso de aplicación 2: Escuela René Favalaro**

La escuela “René Favalaro” es de construcción reciente, inaugurada en 1995. Se localiza al sur del río Mendoza, en el distrito de Perdriel en el departamento de Luján de Cuyo. Se trata de una zona rururbana, con predominio de cultivo de la vid y de la producción vitivinícola. Además se encuentra a pocos kilómetros hacia el noreste de la segunda destilería más importante de Argentina. (Ver Fig. 2).

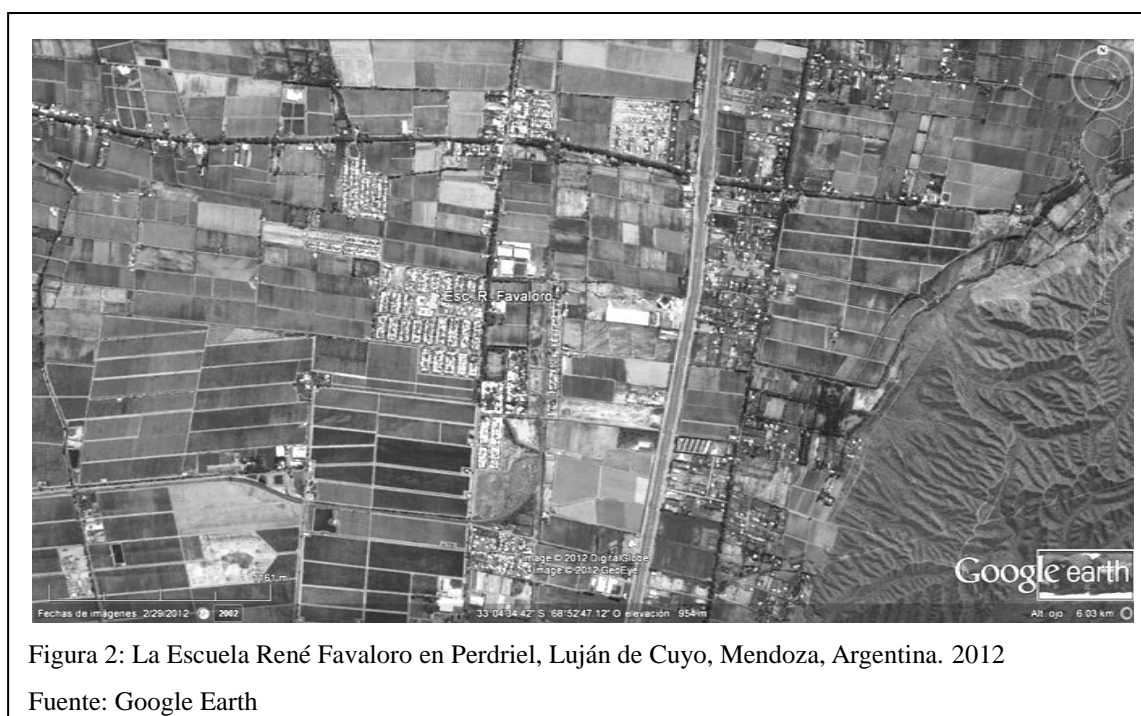


Figura 2: La Escuela René Favalaro en Perdriel, Luján de Cuyo, Mendoza, Argentina. 2012

Fuente: Google Earth

Respecto de la construcción del edificio escolar, ésta no indica, según observación directa, el carácter sísmo resistente que debe tener la estructura. No se pudo tener acceso al plano de construcción.

En el caso de la escuela primaria de Perdriel no hay una historia de desastres de Luján de Cuyo, por lo que se tomaron como referencia los dos desastres anteriores de mayor impacto.

Primero, una muy fuerte tormenta de granizo que se descargó sobre los distritos del norte del departamento, el 14 de febrero de 2005, poco antes de comenzar las clases. El desastre se potenció debido a que el granizo se acumuló transformándose en una maza sólida de hielo, por la que el agua escurría, tomando características aluvionales. El diario “Los Andes” refiere que “El siniestro de la tarde del lunes dejó como saldo dos muertos, 230 evacuados, más de quinientas casas inundadas y unas 4 mil hectáreas de cultivos dañadas”.

La escuela retomó las actividades luego de prestar servicios de albergue a los damnificados y de que finalizara el estado de emergencia declarado. Decía el “director de Acción Social y Desarrollo de Luján ... “Tenemos un plan de viviendas y se les alquiló casas a los damnificados. Ya hay un noventa por ciento de las 230 personas que estaban en la Escuela René Favaloro que, o volvieron a sus casas o se refugiaron en algún pariente”. Éste es un hecho que destaca el rol de los establecimientos educativos como instalaciones críticas como se verá más adelante. Sin embargo, quedarán los interrogantes sobre cómo se gestionó la reconstrucción y la mitigación frente a los siguientes peligros que se produjeron.

El otro desastre fue un sismo de 5,7 grados en Richter en agosto de 2006, que afectó a 300 viviendas en Luján, de un total de 600 en la provincia.

### **IDENTIFICACIÓN DE LA VULNERABILIDAD Y LA RESILIENCIA**

Si bien hay una amplia bibliografía sobre la temática, basta decir que la vulnerabilidad es el nivel de debilidad que posee una comunidad para enfrentar sus riesgos a desastres. Por su parte la resiliencia es la capacidad que tiene esa comunidad de afrontar previamente al desastre y, de sobreponerse posteriormente al mismo.

El concepto de vulnerabilidad se aplica sólo a los aspectos sociales, mientras que para los aspectos físicos, incluyendo a los espacios geográficos, el término que se emplea es el de fragilidad. La vulnerabilidad se abre en dimensiones según se manifieste esa debilidad de la comunidad expuesta, identificando así la dimensión física, la dimensión económica, la dimensión social, la dimensión educativa, la dimensión política, la dimensión institucional, la dimensión cultural, la dimensión ambiental y la dimensión ideológica. De este modo es posible plantear acciones para reducir o mitigar el nivel de vulnerabilidad que se detecte, según sea la dimensión en cuestión.

### ***La GRD en Argentina y el desarrollo sustentable***

En Argentina existe un marco legal que define lo que se entiende por desarrollo sustentable, en el que se destaca el art. 41 de la Constitución Nacional y la ley 25.675/2.002 sobre la Política Ambiental. Sin embargo, todavía no hay leyes específicas respecto a la GRD y -si bien el tema es parte del desarrollo sustentable- es un punto no precisado legalmente aún.



Y aunque el marco legal establecido, tanto a nivel nacional como el de la provincia de Mendoza, (en donde se cuenta desde el 2009 con la ley nro. 8.051 de Ordenamiento Territorial) necesitan profundizar en el camino iniciado sobre el desarrollo sostenible; porque para que el proceso de desarrollo se mantenga en el tiempo, debe establecerse sobre un territorio seguro, tanto en los aspectos tangibles como en los intangibles que ayudan a garantizar la seguridad en el territorio.

Esta relación entre seguridad y desarrollo es lo que se puede aprender de la GRD colombiana, claramente evidenciada en su nueva ley sobre el tema.

Recientemente Gray de Cerdán ha publicado un libro llamado “Política vs. Territorio”, en el cual hace un análisis geográfico de la socio-política y economía mendocina en pos de atacar la problemática de las vulnerabilidades del territorio. En tal sentido, afirma que “Cuando el Territorio es mal gestionado por la Política, genera situaciones de vulnerabilidad estructural potencial que se convierte en costos no deseados y limitantes para el desarrollo sostenible de la región” (Gray de Cerdán, 2012).

### ***La construcción progresiva de la vulnerabilidad***

Debe entenderse a la vulnerabilidad como un proceso social progresivo, en base al modelo de Presión y Liberación propuesto por La RED, en donde la vulnerabilidad es explicada como un proceso construido desde lo global que repercute en la escala local. Si bien no se desconoce el modelo de acceso a los recursos, este primer modelo es el que se considera más adecuado para los objetivos propuestos porque propone que hay tres grandes conjuntos temporales que se articulan y funcionan interrelacionados. Por un lado la vulnerabilidad se justifica a partir de causas de fondo que se refieren a procesos económicos, demográficos y políticos, y que conforman la base de procesos de desarrollo deficientes en base a problemas surgidos desde lo político, lo económico y lo demográfico. A su vez, la vulnerabilidad también se evidencia en otros dos tiempos, las presiones dinámicas y las condiciones inseguras, siendo éstas más perceptibles en un corto plazo.

### **EL ROL DE LA ESCUELA COMO INSTALACIÓN CRÍTICA EN TERRITORIOS INSEGUROS**

Las escuelas se presentan como instituciones que evidencian las crisis del desarrollo y manifiestan claramente las causas de fondo de la vulnerabilidad, como se evidenció en el caso de Perdriel. Las escuelas, se constituyen en instalaciones críticas (IC) en un doble sentido, desde la vulnerabilidad del territorio que les da significado como institución y por la función de IC propiamente dicha.

Son IC todas aquellas estructuras u otras mejoras hechas por el ser humano que por razón de su función, tamaño, áreas de servicio o singularidad, tienen el potencial de causar daño corporal, extensos daños a la propiedad, o perturbar las actividades socioeconómicas vitales si son destruidas, dañadas o si sus servicios son repetidamente interrumpidos.

En el caso de aplicación de la escuela primaria, no fue posible incrementar la resiliencia de esta IC, pues cuando se produjeron en un lapso de casi una semana los dos eventos adversos, la escuela tuvo que adoptar diferentes estrategias. Frente al viento zonda, tuvo que permanecer cerrada por cortes en las líneas vitales (tendido eléctrico, provisión de agua potable y cortes en las calles por caída de forestales). Posteriormente, con la tormenta de granizo, la escuela modificó su rol para transformarse en albergue de las familias evacuadas debido a la precariedad de sus viviendas, hasta que el personal municipal de Defensa Civil diera por terminada la etapa de emergencia y las familias

evacuadas comprendieran que no podían reclamar viviendas en los salones de la escuela. Y es que los desastres evidencian las vulnerabilidades...

Pese a lo enunciado, los hechos fortuitos que se produjeron en el lapso de aplicación del proyecto, evidenciaron la importancia de la escuela como IC, en un caso por suspensión del servicio como consecuencia de la afectación de otras IC y en el otro, porque la escuela tuvo que constituirse en albergue. Además se destaca el rol que cumple la escuela dentro de su comunidad local, en donde se plantea una relación recíproca de retroalimentación.

### **LA VULNERABILIDAD EN LA GESTIÓN DE LOS ESTABLECIMIENTOS EDUCATIVOS**

A continuación se indican cinco apartados que surgen de la reflexión de los resultados logrados en la aplicación del proyecto.

#### ***La relación recíproca entre la comunidad y la escuela refuerzan planteos en la GRD***

El desastre producido por el viento zonda debe interpretarse como un peligro socio-natural porque puso en evidencia la ausencia de las podas del arbolado público urbano del área urbana de Luján de Cuyo.

El arbolado público urbano es un elemento indispensable en el paisaje del oasis mendocino y por tanto, se constituye en un ejemplo más de la necesidad armonizar las políticas de Ordenamiento Territorial, Gestión Ambiental y Gestión del Riesgo a Desastres.

Por su parte, para el caso de aplicación en la escuela secundaria, el viento zonda no afectó a la comunidad educativa porque se suspendieron las clases para el turno vespertino. Tardíamente la administración de la Dirección General de Escuelas (DGE) tomó la decisión de suspender las clases afectando así a la comunidad educativa del turno tarde, en el oasis norte de la provincia. Los transportes escolares no pudieron llegar a la escuela primaria por la caída de forestales, y los que llegaron no pudieron prestar el servicio porque habían sufrido averías importantes. Sin embargo, la alerta de Defensa Civil se produjo oportunamente. Y el fenómeno fue muy intenso porque en la ciudad murieron dos personas por la caída de ramas.

El hecho debe ayudar a reflexionar sobre el nivel del riesgo aceptable por parte de la comunidad mendocina, ¿se suspenden las clases?, ¿llevo a mi hijo a la escuela?, ¿cuáles son las repercusiones que caerían sobre la Dirección General de Escuelas?, ¿qué responsabilidad tienen los funcionarios políticos por las políticas no implementadas en GRD frente a las familias de quienes fallecieron?, por plantear algunos interrogantes.

#### ***La construcción de la resiliencia se ve condicionada por la vulnerabilidad de la administración***

Con respecto a la reducción de la vulnerabilidad y el fomento de la capacidad de la resiliencia en la escuela secundaria, puede afirmarse que se trata de un proceso iniciado a partir de la conformación de un equipo de brigadistas. Sin embargo, al momento de practicar el simulacro, la falta de voluntad por parte de las autoridades, frustró la propuesta, evidenciando así la vulnerabilidad en la gestión de una IC.

El caso de aplicación en la escuela secundaria es además más rico en su análisis, puesto que al ser Monumento Histórico Nacional y Patrimonio Cultural de la Ciudad de Mendoza, conlleva a un mayor desafío en pos de proteger la cultura para las siguientes generaciones. Sin embargo, la declaratoria,

funciona como un freno para las medidas de restauración del edificio. Si bien; luego de ausencia en inversiones para mantenimiento, se iniciaron ciertas mejoras, éstas no han sido receptoras de las necesidades a satisfacer.

Por otra parte, el edificio es compartido con otra escuela durante el turno tarde, incrementándose así la vulnerabilidad en la gestión del mismo por falta de acuerdos institucionales.

### ***Construir IC adaptadas a los territorios para disminuir la vulnerabilidad física***

En relación a lo anterior, la vulnerabilidad física, se detecta también por falta de mantenimiento por la DGE y la necesidad de establecer patrones de construcción adaptados a éstas IC y de establecer planes de mantenimiento de las mismas, entendiéndose por ello que deben estar acondicionadas para la función educativa como para desempeñar su rol en la emergencia.

### ***Reforzar el valor de la prevención para reducir la vulnerabilidad en la cultura***

Los análisis realizados destacan la falta de la prevención dentro de la cultura mendocina frente a los riesgos a desastres, a pesar de que: conforma con San Juan la mayor zona de peligro sísmico; presenta importantes amenazas hidrometeorológicas como el viento zonda, las sequías, el granizo y las heladas; presenta un elevado riesgo aluvional, e importantes retrocesos en los glaciares que se asocian al Cambio Climático, grandes incendios y graves procesos de desertificación y desertización, alberga una de las principales destilerías del país, y se crea dentro de un oasis que ha desarrollado una valiosa estrategia en gestión del recurso hídrico, aunque debe reforzarse. Es decir que todos estos elementos son suficientes para justificar que la prevención no es un concepto ajeno a la cultura mendocina; sin embargo todavía hay mucho por hacer en la relación entre Política Educativa y GRD en Mendoza.

Es importante destacar que más que considerar “la ausencia de una cultura de prevención” (Fernandez Bussy, 2010) debiera, como dice Omar Darío Cardona, favorecerse la prevención dentro de la cultura, ya que permite ampliarse al cuidado de otros elementos, como el agua, el patrimonio cultural, la vida, la sanidad y la salubridad, etc. De este modo se fortalece la cultura argentina como conjunto, y no se multiplican las culturas sobre los temas que puedan ir variando según las modas. Es más, la cultura debe incorporar el concepto de seguridad, entendida según Delgado Aguado & Guardia Maduell como “La protección del normal funcionamiento de las instituciones democráticas, la defensa del ciudadano ante la criminalidad en cada una de sus facetas y tipologías, la defensa de los ciudadanos ante la corrupción y otras formas de actuaciones sociales que puedan impedir o dificultar el normal desarrollo y disfrute de los derechos fundamentales de las personas” (Gray de Cerdán, 2012).

### ***La vulnerabilidad política y legislativa traban iniciativas de GRD por falta de educación en el tema***

Esta vulnerabilidad es muy alta ya que además de lo expuesto, en Mendoza hay un “proyecto de Ley de Gestión de Riesgos y Manejo de Emergencias, presentado en junio de 2008, que cuenta con media sanción de la Cámara de Senadores de la Legislatura de Mendoza y tiene despacho favorable en tres (3) Comisiones de la Cámara de Diputados, sin que todavía se haya aprobado... (y recientemente) se lo ha mandado a archivo (¡¿?!)” (Gray de Cerdán, 2012).

En palabras de Tohá, Carolina “...las políticas e instituciones y el compromiso de los dirigentes, son requisitos esenciales para la formulación de una estrategia de fortalecimiento de la capacidad del capital humano con el fin de revitalizar la administración pública de un país” (Gray de Cerdán, 2012)

## LECCIONES APRENDIDAS

Para reducir la vulnerabilidad e incrementar la resiliencia frente a los desastres en Mendoza se debe: a) Incorporar la GRD en el Sistema Educativo, b) Sancionar la ley de Gestión de Riesgos y Manejo de Emergencias. c) Dar mayor difusión a la ley de Defensa Civil 30796/72, principalmente a quienes administran y gestionan las IC, en este caso las Instituciones Educativas, d) Favorecer el entusiasmo de los niños, niñas y adolescentes hacia la GRD, e) Fortalecer el rol de la Institución Educativa dentro de la comunidad local.

## SUGERENCIAS PARA LA MEJORA EN LA GRD EN EL SECTOR EDUCATIVO

El Ministerio de Educación del Perú publicó en 2009 una guía de “Gestión del riesgo en instituciones educativas”, allí se sugiere que para no aumentar la vulnerabilidad en cada acción cotidiana, se debe tener en cuenta: a) Conocer nuestro entorno, b) Organizarnos, c) Promover la colaboración permanente con la comunidad local, d) Saber cómo minimizaron los riesgos nuestros antepasados, e) Evaluar cualquier evento que ocasione daños, f) Evaluarnos permanentemente, g) Asociar la GRD a calidad y seguridad.

Respecto a la educación, Gray de Cerdán (2012) refiere nueve puntos de base para “un cambio profundo en la propuesta educativa actual”: a) Educar para la incertidumbre, b) Enseñar a diseñar los filtros de significación del conocimiento, c) Educar para resolver problemas, d) Educar para desmitificar las respuestas que parecen mágicas o trilladas, e) Educar en el goce de la vida, f) Educar para dar significado a la vida, g) Educar para la expresión, h) Educar para convivir, i) Enseñar a creer en los otros, j) Educar para ser conscientes que es posible construir.

A su vez, para lograr los resultados, Gray de Cerdán propone dos líneas de acción, por un lado, reflexionar e impulsar un nuevo proceso educativo que recoja las lecciones aprendidas para una educación dinámica, comprometida y exitosa para responder al siglo actual. La otra acción es restablecer marcos legales y servicios educativos de mejor calidad, fortaleciendo territorialmente la educación provincial, para adecuarla a las necesidades, demandas y motivaciones de la sociedad mendocina actual.

## SÍNTESIS

El territorio mendocino presenta gran cantidad de áreas vulnerables, no sólo en el sector educativo, sino también en sector político, económico y poblacional. Esta vulnerabilidad multisectorial debe por tanto ser entendida como una causa de fondo y conjuntamente, revisar el modelo de desarrollo heredado, para que en la construcción del desarrollo sostenible y seguro, la prevención sea parte de la cultura.

## REFERENCIAS

*Para libros:*

- Álvarez, A.; Cortellezi, M.; Karake, N.; “Geografía de Mendoza”, diario Los Andes, 1-48, 1996.
- Becerra, Lida Caren Graciela, *Propuesta para la reducción de la vulnerabilidad en la 3ra sección del departamento Capital. Especialmente en el sector educativo*. Tesis doctoral, FFyL, UNCuyo, Mendoza, 1999.
- Blaikie, P., Cannon, T., David, I & B. Wisner, Vulnerabilidad, La RED, 1996.

- Cardona, O.D. & A. H. Barbart, *Curso de educación superior de Gestión Integral de Riesgos y Desastres*, 2004, Barcelona.
- Gray de Cerdán, N.A., *Política vs. Territorio*, El Escriba, Buenos Aires, 2012.
- Roca Basadre, D., Ferradas Manucci, P., Santillán Chaupis, G. & otros, *Gestión del Riesgo en instituciones educativas: Guía para docentes de educación básica regular*, Lima, Soluciones Prácticas ITDG, Dirección de Educación Comunitaria y Ambiental –DIECA-, Ministerio de Educación, Perú, 2009.

*En la Web:*

- Bienes que integran el patrimonio cultural de Mendoza,  
[http://www.cultura.mendoza.gov.ar/index.php?option=com\\_content&view=article&id=42&Itemid=64](http://www.cultura.mendoza.gov.ar/index.php?option=com_content&view=article&id=42&Itemid=64), nov 2012.
- El granizo afectó zonas de Luján y desbordó un canal,  
<http://www.losandes.com.ar/notas/2011/10/12/granizo-afecto-zonas-lujan-desbordo-canal-599543.asp>, dic. 2012.
- El riesgo de desastres en la planificación del territorio. Primer avance.  
<http://www.planif-territorial.gov.ar/html/publicaciones/>, nov 2012.
- El violento Zonda dejó dos muertos y arrasó con árboles, cables y techos  
<http://www.losandes.com.ar/notas/2011/11/9/violento-zonda-dejo-muertos-arraso-arboles-cables-techos-605421.asp>, dic, 2012.  
Instituto Nacional de Prevención Sísmica  
<http://www.inpres.gov.ar/seismology/historicos1.php>, nov. 2012
- La mayor lluvia en meses deja evacuados y cortes de luz,  
<http://www.losandes.com.ar/notas/2011/11/14/mayor-lluvia-meses-dejaevacuados-cortes-606441.asp>, dic. 2012.
- La reducción de desastres empieza en la escuela <http://www.eird.org/publicaciones/escuela-segura.pdf>, nov 2012
- Las lluvias no ceden: hubo granizo y desmoronamientos  
<http://www.losandes.com.ar/notas/2011/11/17/lluvias-ceden-hubo-granizo-desmoronamientos-607088.asp> dic, 2012
- Las secuelas del aluvión aún se sienten en Luján,  
<http://www.losandes.com.ar/notas/2005/3/2/sociedad-145634.asp>, Dic 2012.
- Manual Sobre el Manejo de Peligros Naturales en la Planificación para el Desarrollo Regional Integrado  
<http://www.oas.org/DSD/publications/Unit/oea65s/ch12.htm#a.%20caracter%C3%ADsticas%20de%20instalaciones%20cr%C3%ADticas%20y%20su%20rendimiento>, nov 2012.
- Metodología de comunicación e interacción socio- municipal para proyectos integrados de desarrollo territorial,  
<http://www.ub.edu/geocrit/sn/sn-331/sn-331-38.htm>, nov. 2012
- Reclaman ayuda por los daños que ocasionó la tormenta en sus casas  
<http://www.losandes.com.ar/notas/2011/11/15/reclaman-ayuda-danos-ocasiono-tormenta-casas-606653.asp>, dic, 2012.
- Un fuerte sismo sacudió a Mendoza,  
<http://www.losandes.com.ar/notas/2012/11/28/fuerte-temblor-sacudio-gran-mendoza-682628.asp>, dic, 2012.

## 8.2- ENFOQUES SOBRE RIESGO Y DESASTRES EN ALGUNOS MANUALES ESCOLARES DISPONIBLES EN LA ACTUALIDAD EN LA CIUDAD DE SAN JUAN, ARGENTINA

**María Isabel Balmaceda<sup>1</sup> & Miriam Teresita Aparicio<sup>2</sup>**

(1) Facultad de Arquitectura Urbanismo y Diseño, Universidad Nacional de San Juan.

marisabal\_yh@yahoo.com.ar – mbalmaceda@fau.unsj.edu.ar

(2) Facultad de Filosofía y Letras, Universidad Nacional de Cuyo.

maparici@satlink.com - miriamapar@yahoo.com

### RESUMEN

Los términos riesgo y desastre suelen aparecer relacionados y la significación que se asigna a uno de ellos siempre condiciona la del otro. Estos significados, coherentes con determinados enfoques o paradigmas vigentes, no son triviales porque de ellos depende el tipo de acciones que se pueden llevar adelante para prevenir los desastres y el rol que puede jugar la educación de la población en las mismas. El presente trabajo plantea un análisis en dos niveles sobre la forma de abordaje de la problemática de los sismos en algunos manuales escolares, en uso en escuelas de nivel primario del Gran San Juan. El primer nivel de análisis indaga en los enfoques subyacentes a las conceptualizaciones sobre riesgo y desastres presentes en los textos. Se plantean las consecuencias que los enfoques identificados pueden tener sobre el tipo de sujeto que se pretende formar en relación con la prevención de desastres y el condicionamiento que imponen a las acciones preventivas que podrían llevarse adelante. En un segundo nivel de análisis se indaga en la rigurosidad y precisión de las conceptualizaciones que se ofrecen y sus consecuencias en lo pedagógico. Finalmente se esbozan algunas alternativas que podrían contribuir a superar la situación actual.

### INTRODUCCIÓN

Gran parte del territorio de la provincia de San Juan se encuentra en la zona de mayor peligrosidad sísmica de la República Argentina. Se tienen registros de terremotos de muy elevada intensidad en los años 1894, 1944 y 1977 y de otros tantos que, sin ser tan intensos, causaron pánico en la población.

En el ámbito educativo actualmente las escuelas de nivel primario de la provincia de San Juan incluyen contenidos de prevención sísmica (asignándole aleatoriamente mayor o menor importancia según el establecimiento) en el cuarto año de la educación primaria. Esto es, en coincidencia con lo que pautan los Núcleos de Aprendizaje Prioritarios de Ciencias Naturales para el cuarto año de la educación primaria, fijados por el Consejo Federal de Educación, que incluyen un apartado denominado “El estudio de los terremotos” (2007: 206).

Aun cuando existe legislación vigente a nivel nacional y provincial que intenta ampliar la formación en relación con los sismos a todos los niveles de la educación, la misma no ha tenido un impacto visible en la provincia. La situación no se ha modificado desde hace más de una década. Como ya se dijo la problemática de los sismos solo es abordada de forma obligatoria en el segundo ciclo de la educación primaria. No se la incluye en la educación secundaria a menos que se trate de iniciativas aisladas por parte de docentes interesados en el tema. Tampoco forma parte del currículo del Nivel Superior, es decir de la formación docente. En consecuencia los docentes de nivel primario que están obligados a abordar el tema (y esto se espera de ellos), no reciben formación alguna al respecto durante su carrera. Deben ser autodidactas o realizar cursos que ofrecen instituciones

como el INPRES, la Universidad Nacional de San Juan, la Cruz Roja o la Dirección de Defensa Civil, por fuera del currículo de su formación.

En el contexto descripto, todo material bibliográfico relacionado con prevención sísmica y aceptada por el Ministerio de Educación Ciencia y Tecnología de la Nación, cobra especial relevancia porque puede ser utilizado por los docentes en este proceso necesario de autoformación, sin que existan instancias escolarizadas para su discusión o crítica.

## JUSTIFICACIÓN

En este trabajo se acuerda con la premisa que “la reducción del riesgo de desastres es la suma de numerosas acciones sistemáticas orientadas al análisis, evaluación, ponderación y gestión de los factores que contribuyen a la ocurrencia de los mismos” (Ciride, 2012). Entre estas acciones sistemáticas, se entiende que la educación formal constituye un medio privilegiado para contribuir a que los terremotos no se conviertan en catástrofes, a partir de favorecer el incremento de los grados de conciencia de riesgo de los educandos. Entendida esta conciencia como “...la apropiación cognoscitiva, dinámica y afectivamente matizada, que un sujeto activo, necesariamente par-tícipe de procesos concretos de producción social de la realidad, hace del riesgo” (Campos S., 2004: 60). Esto supone que un sujeto se hace consciente de que la realidad del riesgo sísmico puede ser modificada y que él puede ser partícipe de esta modificación a través de procesos de gestión del riesgo.

### Se entiende a la gestión del riesgo como:

Un proceso social complejo cuyo fin último es la reducción o la previsión y control permanente del riesgo de desastre en la sociedad, en consonancia con, e integrada al logro de pautas de desarrollo humano, económico, ambiental y territorial, sostenibles (Lavell, 2003: 68).

Un requisito imprescindible para que la gestión del riesgo sea posible, es entender que aunque los sismos son naturales, los desastres no lo son. Los desastres son el resultado de una serie de condiciones que fueron socialmente gestadas por las acciones u omisiones de los sujetos expuestos y que los hicieron vulnerables a la concreción de una amenaza. Esto equivale a decir que los terremotos son naturales, inevitables e impredecibles pero los desastres, lejos de ser eventos de la naturaleza que impactan sobre una sociedad de forma imprevista, son la conclusión (absolutamente predecible) de procesos de construcción de vulnerabilidad. Esta noción de vulnerabilidad la supone producto de la interrelación de factores sociales, políticos, económicos, educativos, entre otros, (Wilches Chau, 1993) de una comunidad expuesta. Desde este posicionamiento el riesgo sísmico es entendido como producto de la relación entre la amenaza sísmica y la vulnerabilidad global de una comunidad en un tiempo y un lugar determinados (Lavell, 1994). Dado que en el caso de los sismos no se puede intervenir sobre la amenaza (no se puede predecir el lugar exacto ni la fecha en que ocurrirá un terremoto, ni mucho menos intervenir en su magnitud), la única forma de reducir el riesgo, es intervenir sobre la vulnerabilidad, reduciéndola o evitando su incremento (es decir, gestionando el riesgo).

Por el contrario, cuando los desastres se entienden desde un enfoque conceptual de las Ciencias Naturales o naturalista (Maskrey, 1998), resulta imposible concebir la posibilidad de gestión del riesgo. Dado que se califica a los terremotos de *desastres naturales*, equiparando al desastre con el terremoto, y más aún, considerando a éste su causa. El riesgo se entiende, entonces, como la probabilidad de ocurrencia del terremoto. Dado que atribuye la responsabilidad del desastre al

evento físico, se le asigna a la sociedad un rol pasivo (Romero & Maskrey, 1993). De este modo se invisibiliza a los actores que participan en la construcción del riesgo y se minimiza el abanico de acciones preventivas que podrían reducir la vulnerabilidad de la población. Por el contrario se favorece que la sociedad se mantenga en una situación de ignorancia, tanto de su rol en la construcción del riesgo como de su rol potencial para mitigarlo.

De modo semejante, cuando los desastres se conceptualizan desde un enfoque propio de las Ciencias Aplicadas o tecnocrático (Maskrey, 1998) que, aunque diferencie la noción de terremoto de la de desastre, acota el significado de la prevención a la construcción de edificios e infraestructura sismorresistentes, la evaluación de la vulnerabilidad física sustituye a la evaluación de riesgo (Cardona, 2003). Se contribuye así a promover una falsa noción de seguridad en la población, ya que subyace la premisa que la sola condición de sismorresistencia de un edificio bastará para que, en caso de sismo, las personas no sufran daños. Además se promueve la desresponsabilización de la población en general, por cuanto los encargados de la sismorresistencia de los edificios son solo los profesionales de la construcción y los organismos del Estado con el rol de policía edilicia. Desde enfoques de este tipo, la educación en relación con la prevención, reduce sus contenidos posibles al aprendizaje de conductas reactivas: saber cómo actuar durante un sismo y cómo evacuar los edificios con posterioridad a ellos. Fuera de las construcciones sismorresistentes, quedan excluidas otras posibilidades de trabajar para mitigar la vulnerabilidad antes de que ocurra un terremoto y contribuir de un modo activo a que no se convierta en un desastre (Balmaceda, 2012).

Por otra parte, se entiende que un texto escolar es un medio de enseñanza que articula, en un determinado sistema de símbolos, ciertos mensajes y a través de ellos "...manifiesta los saberes y los enfoques pedagógicos, expresa las prescripciones curriculares y da cuenta de las representaciones sociales que circulan en la institución escolar" (Tosi, 2011).

En particular los manuales escolares pueden ser entendidos como "...soporte curricular a través del cual se vehiculiza la 'vulgata escolar', o sea el conocimiento academizado que las instituciones educativas han de transmitir" (Tosi, 2011). Funcionarían, por lo tanto, como un espejo de la realidad (Ossenbach, 2010), en el sentido en que en ellos se representan valores, actitudes, paradigmas e ideologías propios de contexto histórico y geográfico. Asimismo permiten identificar tanto los modos como los procesos de comunicación pedagógica, ya que un manual que ha sido utilizado, necesariamente guardará coherencia con los contenidos y los métodos de enseñanza empleados en el desarrollo del programa escolar.

Por lo expuesto se considera imperioso reflexionar acerca del contenido y los enfoques presentes en los materiales que se ofrecen a nuestros docentes y estudiantes a fin de evaluar qué tipo de sujeto se está promoviendo en relación con la prevención de desastres asociados con sismos.

## **OBJETIVO**

Analizar la forma en que se conceptualizan el riesgo y los desastres asociados con los sismos en algunos textos escolares disponibles en la actualidad para los docentes y alumnos de Nivel de Educación Primaria en el Gran San Juan.

## **METODOLOGÍA**

Se analizaron textos pertenecientes a tres manuales escolares autorizados por el Ministerio de Educación de la Nación para el cuarto año de la educación primaria en la Provincia de San Juan. Los



tres manuales fueron citados alternativamente, por una muestra de 31 docentes de nivel primario, en ejercicio en el cuarto y/o quinto años de nivel primario y/o encargados del "Proyecto de Sismo" en su institución (en los casos en que éste existía) en escuelas públicas del Gran San Juan, durante el año 2011. Estos docentes refirieron utilizar uno o varios de ellos en su estrategia didáctica de abordaje de los sismos con sus alumnos. Las escuelas de pertenencia de estos docentes cumplían con la condición de estar ubicadas en ciudades o villas cabeceras cada uno de los Departamentos del Gran San Juan (Capital, Chimbass, Rawson, Rivadavia, Pocito y Santa Lucía). Los docentes fueron interrogados acerca del material bibliográfico y las fuentes con que contaban más comúnmente para preparar sus clases sobre prevención sísmica.

**Los manuales analizados son:**

- Santillana (2000) Ciencias Sociales 4 San Juan. Buenos Aires. Editorial Santillana
- EDB (2008) Ciencias Sociales 4 -San Juan. Buenos Aires: Editorial EDB
- ACTIVA (2002) Ciencias Sociales y Formación Ética y Ciudadana- San Juan. Buenos Aires: Casa de Ediciones Puerto de Palos

El análisis se llevó a cabo en dos instancias. En un primer nivel, atendiendo a los conceptos que definirían el posicionamiento en uno u otro enfoque respecto a la comprensión del riesgo sísmico. En un segundo nivel de análisis se examinó el rigor científico y la precisión de las nociones que desarrollan.

**RESULTADOS**

***Análisis del Manual: Santillana (2000) Ciencias Sociales 4 San Juan***

Dentro del capítulo 2 aparece el título "*Desastres naturales: Los sismos*" (Santillana, 2000:25). El texto a continuación dice:

Algunos problemas ambientales pueden originarse cuando se producen fenómenos naturales de gran magnitud, como terremotos inundaciones o erupciones volcánicas, entre otros. Estos desastres de origen natural no son catástrofes en sí mismas, puesto que son manifestaciones de la naturaleza. Se convierten en catástrofes sociales cuando ocurren en zonas muy pobladas y afectan la vida y las actividades de las personas. Entre los desastres de origen natural, lo que más afectan nuestra provincia son los sismos o terremotos (Santillana, 2000:25).

Vemos cómo desde el propio título se califica a los sismos de desastrosos y luego se intenta hacer una distinción pero se reafirma que si el sismo ocurre en un lugar poblado será una catástrofe, sin lugar a dudas. Cuando no se establecen distinciones entre desastres y fenómenos naturales extremos, considerando a estos últimos su causa principal, el concepto de riesgo se entiende como la probabilidad de que ocurra un sismo de gran intensidad. La sociedad, que solo es un factor pasivo sobre el cual impacta el terremoto, no es considerada "... ni como objeto de estudio, ni como objeto de acción y cambio en cuanto sus patrones de comportamiento y de incidencia en la concreción de situaciones de desastre." (Lavell, 1992: 112). En consecuencia queda negada la posibilidad de su participación en acciones preventivas.

Más adelante, en el mismo capítulo aparece el título "¿Cómo vivir en una provincia con riesgo sísmico?" (Santillana, 2000: 33), acompañado de un mapa con la zonificación sísmica del territorio de la República Argentina elaborado por el INPRES. La proximidad de texto e imagen implícitamente favorece la asociación de peligrosidad sísmica (probabilidad de que ocurra un terremoto) y riesgo sísmico como si fueran sinónimos. Además se afirma que el Gran San Juan y el Gran Mendoza, por

estar ubicados en la zona de mayor peligrosidad sísmica, tienen mayor riesgo sísmico. Esto ratifica que se considera al riesgo como variable unidimensional dependiente únicamente de la magnitud del peligro sísmico, sin tener en cuenta la posibilidad de diferencias de vulnerabilidad entre las comunidades expuestas.

Finalmente el capítulo concluye con un apartado titulado “¿Sabemos qué hacer ante un sismo?” (Santillana, 2000: 35) en el que se ofrecen recomendaciones sobre cómo comportarse en caso de que ocurra un sismo, estando en la escuela. Si bien todas son recomendaciones válidas, muestran una concepción de la prevención sísmica absolutamente reactiva. No existen apelaciones a reconocer vulnerabilidades y tratar de actuar sobre ellas para minimizarlas antes de que ocurra un sismo.

Todas las observaciones planteadas nos llevan a identificar la vigencia de enfoques naturalistas y tecnocráticos de los desastres y los riesgos.

En un segundo nivel de análisis encontramos la siguiente afirmación: “...En las ciudades que se asientan en áreas donde los sismos son frecuentes, es importante construir edificios antisísmicos [sic] que resistan estos movimientos” (Santillana, 2000:25).

Desde fines del siglo XX la noción de antisísmico, por sus connotaciones animistas y su falta de rigor científico, ha sido reemplazada por el concepto de *sismorresistente* que supone la capacidad de una construcción de resistir sin colapsar, un sismo de una intensidad probable estimada para una determinada región, aunque pierda su capacidad resistente y posteriormente deba ser demolida.

A continuación se consigna “Es muy difícil saber cuándo se va a producir un terremoto. En general, los científicos que estudian el tema, los sismólogos buscan indicios -pequeñas grietas por ejemplo - en la superficie de la Tierra” (Santillana, 2000:25). Se insinúa que no es imposible predecir la ocurrencia de un terremoto y como pistas se proponen pequeñas grietas. Aquí lo que aparece es una falta absoluta de rigor científico que tampoco contribuye a entender la compleja problemática de los sismos. Según el INPRES, organismo científico de reconocido prestigio internacional, hasta el presente resulta imposible predecir con exactitud y anticipación el lugar y la hora en que se producirá un terremoto.

Seguidamente se define erróneamente al epicentro de un sismo como “...el lugar de la superficie terrestre donde se manifiesta la mayor intensidad de un terremoto...” (Santillana, 2000: 33). Se desconoce así que la intensidad con que se puede percibir un sismo es función no solo de la magnitud del mismo, sino también de las características del suelo, que en determinadas situaciones pueden amplificar el movimiento, aun a gran distancia del epicentro, haciendo que el sismo se perciba con mayor intensidad. Asimismo se describe a la escala de Richter diciendo que “...sus valores van de 1 a 8” (Santillana, 2000:25) cuando se trata de una escala abierta, es decir, sin límite superior.

#### **Análisis de EDB (2008) Ciencias Sociales 4 -San Juan**

Dentro del capítulo “San Juan, su naturaleza” se incluye un apartado titulado “Los sismos” (EDB, 2008: 47)

En un primer nivel de análisis encontramos:

El INPRES es el Instituto Nacional de Prevención Sísmica y se encarga de dar a conocer las medidas que se pueden anticipar con el fin de reducir los efectos de los sismos sobre la población, los bienes, servicios y el medio ambiente. Todos debemos asumir la seguridad preventiva [sic] como una norma de vida para actuar ante este tipo de siniestros. Una de las medidas adoptadas en San Juan son las viviendas construidas bajo normas de sismorresistencia (EDB, 2008: 47).

En primer término se califica a los terremotos de siniestros, igualando terremoto y catástrofe. Luego se propone asumir la “seguridad preventiva” como “norma de vida”. Una frase no solo ambigua sino, sin contenido posible para un estudiante del cuarto año de la educación. Además la única acción concreta de prevención que se menciona es la edificación de viviendas (no edificios en general) sismorresistentes. Se observa aquí la prevalencia de un enfoque tecnocrático en el que el contenido de la prevención se acota a las acciones que sobre las construcciones.

El siguiente párrafo dice:

Los habitantes de zonas en peligro sísmico debemos aprender a convivir con la situación. Con el propósito de contribuir a formar y mantener la *conciencia sísmica* [sic] en todos los niveles de la población, el Poder Ejecutivo de la Nación declaró el 8 de mayo de cada año “Día Nacional de la Prevención Sísmica (EDB, 2008:48).

Aparece aquí la frase *conciencia sísmica* ampliamente utilizada en el medio local pero nunca definida en forma concreta. Es decir se naturaliza un constructo como si todos estuviéramos de acuerdo en el significado que se le puede asignar.

Finalmente se ofrece un listado de recomendaciones bajo el título “Cómo actuar durante un sismo” (EDB, 2008: 48). Nos encontramos con un cambio en la estrategia enunciativa respecto a la utilizada en la mayor parte del libro, se emplea Usted para la segunda persona del singular. Esto sumado a frases como “Si está manejando, detenga su vehículo” (EDB, 2008: 48) entre los consejos, daría a entender que no están dirigidos a los niños de cuarto año de la educación, sino a adultos. Los niños son omitidos como sujetos de la prevención. Paralelamente, aunque todas son recomendaciones válidas, muestran que se restringe la prevención a cómo actuar *durante* un temblor. La única insinuación a un plan previo es la recomendación de salir luego de un sismo a “las zonas de seguridad ya establecidas” sin aclarar por quién ni cuándo.

En un segundo nivel de análisis encontramos:

Un sismo consiste en la liberación de la energía interna de la Tierra acumulada durante años. Al liberarse esta energía produce la deformación y el agrietamiento de la corteza terrestre. Las placas tectónicas que forman esta corteza chocan y modifican su aspecto (EDB, 2008:47).

Como puede apreciarse la cadena de imputación causal está invertida. Se habla del “choque” de placas tectónicas a raíz de la liberación de energía. Según el INPRES (1999) son los procesos de subducción en las zonas contacto de las placas lo que ocasiona la acumulación de grandes esfuerzos que son soportados por las rocas que las constituyen. Cuando los esfuerzos superan la resistencia de las rocas, se produce la liberación brusca de la energía acumulada a través del tiempo, que se propaga en forma de ondas sísmicas.

Asimismo se confiere una connotación animista a las placas que “chocan” entre sí.

A continuación se explica que “La intensidad o magnitud de un sismo se mide con la escala de Richter, cuyos valores van de uno a nueve. Estos valores representan la energía” (EDB, 2008:47). Se cometen aquí errores garrafales al igualar las escalas de intensidad y magnitud de los sismos y conferirle a una de ellas características de otra. La magnitud de un terremoto es un valor instrumental relacionado con la energía elástica liberada en el evento y propagada en forma de ondas sísmicas. Es una medida única para cada sismo, aunque existen diversas escalas para su medición y en nuestro país se utiliza la escala de Richter. Esta escala de magnitud, como ya se explicó anteriormente, no es cerrada como afirma la transcripción ya que carece de límite superior. Por otra parte, la intensidad de un terremoto, es una medida subjetiva que se relaciona con los efectos que el sismo provoca tanto en los edificios como en el terreno y los objetos y con las sensaciones que provoca en las personas. Se mide a través de las reacciones de los seres humanos, del grado de daños ocasionados en las construcciones y los objetos, y de las perturbaciones en el terreno, (grietas en el suelo, deslizamientos, etc.). Es función no sólo de la magnitud del sismo, sino también de la profundidad a la que se localiza su hipocentro, de las características del suelo y de la distancia entre el epicentro y el lugar donde se estima. Es decir, que para un mismo sismo, la intensidad puede ser diferente según se mida en el epicentro, o en otro sitio. También existen diferentes escalas para medir la intensidad y en nuestro país se emplea la escala de Mercalli modificada que sí es cerrada y va de I a XII grados.

#### ***Análisis de ACTIVA (2002) Ciencias Sociales y Formación Ética y Ciudadana***

En este caso los terremotos son tratados desde el punto de vista de su huella en la historia de la provincia de San Juan. En particular se hace referencia al terremoto que en el año 1944 destruyó la mayor parte de las construcciones de la ciudad de San Juan, lo que ocasionó cerca de 10.000 víctimas. Dentro del Capítulo 9: San Juan en los siglos XX y XXI, y bajo el Título *El terremoto de 1944*, dice: “San Juan vivió la catástrofe natural más grande ocurrida en la Argentina durante el siglo XX ...” (Activa 2002:79).

En el primer nivel de análisis vemos nuevamente emerger un enfoque naturalista de los desastres que asigna la totalidad de la responsabilidad del desastre al evento natural terremoto.

Continuando, encontramos que las actividades propuestas a los alumnos son:

Investiguen sobre cómo deben ser las construcciones sismorresistentes y hagan un informe con todos los datos que consiguieron (Activa, 2002: 80).

Hagan una lámina para pegar en el aula en la que se explique claramente qué deben y qué no deben hacer las personas cuando se produce un terremoto (Activa, 2002: 80).

Emerge nuevamente la concepción de prevención restringida a los edificios sismorresistentes y las conductas reactivas, muy claro indicio de un posicionamiento en el que no se toma en cuenta la participación de la población en la construcción del riesgo.

En un segundo nivel de análisis encontramos la afirmación: “El temblor produjo innumerables grietas y fisuras, una de ellas, en la zona del epicentro, de 7 km de largo” (Activa, 2002:79).

La ambigüedad de la frase, contribuye más a alimentar el mito, popular en San Juan, que “Durante un sismo la tierra se abre y se traga a la gente, las edificaciones y las ciudades” (De Tommaso 2000: 121) que a entender la naturaleza de los sismos.

## CONCLUSIONES

A través del análisis realizado, sobre los textos de los manuales citados por los docentes, en primer término se ha podido advertir la vigencia generalizada de enfoques naturalistas y tecnocráticos del riesgo y los desastres asociados con los sismos. Enfoques que a raíz de una concepción reduccionista del riesgo sísmico, no promueven en modo alguno su problematización en la escuela. Por lo tanto no contribuyen a la formación de sujetos conscientes de su rol en la construcción social del riesgo sísmico, ni tampoco preparados para intervenir en su mitigación o reducción.

Consecuentemente se puede afirmar que estos materiales no resultan funcionales a una formación que facilite a los sujetos la participación en procesos de gestión del riesgo sísmico.

En segundo término, los errores conceptuales respecto a la naturaleza de los sismos y otras nociones, como las escalas utilizadas para medir algunas de sus dimensiones, son groseros y contribuyen a la difusión de mitos y preconceptos que sin duda serán difíciles de desarraigar. Por lo que estos materiales tampoco se consideran adecuados para promover “aprendizaje de saberes científicos que faciliten comprender y participar reflexivamente en la sociedad contemporánea” que nuestra Ley de Educación Nacional establece entre los fines y objetivos de la política educativa nacional.

Los materiales de estudio constituyen medios que intervienen en los procesos de comunicación en la escuela y no solo facilitan y presentan la información con que trabajan docentes y alumnos, sino que condicionan las formas de interpretar la realidad y las posibilidades de construir conocimiento acerca de ella.

En este caso los materiales analizados, incluyen posicionamientos que no resultan inocuos. Por el contrario sostienen una visión de los desastres asociados a los sismos que niega a docentes y alumnos la posibilidad de prepararse para intervenir en procesos de gestión del riesgo que podrían contribuir a salvar su propia vida.

Avanzado el siglo XXI y luego del estado de madurez alcanzado por los estudios que en América Latina abordan la problemática de los desastres y su prevención, la afirmación de enfoques como los hallados en estos materiales resulta inadmisibles.

Se considera apremiante que los actores sociales que dan su aprobación para que estos materiales lleguen a las aulas, incorporen y promuevan un cambio de perspectiva en relación con la prevención de desastres. Cambio que permita la incorporación de los enfoques de gestión del riesgo y que facilite que estos materiales sean reelaborados o sustituidos.

## REFERENCIAS

- Balmaceda, M. *“El rol actual de la educación en la construcción social del Riesgo Sísmico. Un análisis de los enfoques vigentes en docentes del Gran San Juan a la luz de las representaciones sociales y atribuciones causales de responsabilidad”* Tesis Doctoral. Facultad de Filosofía y Letras. Universidad Nacional de Cuyo. Argentina, 2012.
- Campos S., A. *DE COTIDIANIDADES Y UTOPIAS. Una visión psicosocial preventiva sobre los riesgos de desastres* Editorial Plaza y Valdez. México, 2004.

- Cardona, O. D. “La necesidad de repensar de manera holística los conceptos de vulnerabilidad y riesgo Una crítica y una revisión necesaria para la gestión.” Centro de Estudios sobre Desastres y Riesgos CEDERI Universidad de los Andes, Bogotá – Colombia, 2003.
- De Tommaso, A. “*Terremotos: Gestión de la Catástrofe - Impacto y vulnerabilidad social*” Tesis Doctoral. Universidad del Museo Social Argentino. Buenos Aires, Argentina, 2000.
- INPRES *Manual de Prevención Sísmica*. San Juan, Argentina: Ministerio de Economía y Obras y Servicios Públicos de la Nación. Secretaría de Industria Comercio y Minería. Subsecretaría de Minería. Servicio Geológico Minero Argentino. Instituto de Prevención Sísmica. (1999).
- Lavell, A. “Ciencias Sociales y Desastres Naturales América Latina: Un encuentro inconcluso” 1992 en Maskrey, A. *Los Desastres No Son Naturales*. Pág. 111 a 127 Editorial La Red. 1993.
- Lavell A. (Compilador) *Al norte del Río Grande*. Editorial La Red. Red de Estudios Sociales en Prevención de Desastres en América Latina. FLACSO, 1994.
- Lavell, A. “La Gestión Local del Riesgo. Nociones y Precisiones en torno al Concepto y la Práctica” Editorial Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. Buró para la Prevención de Crisis y Recuperación. Panamá, Panamá, 2003.
- Maskrey, A. *Navegando entre brumas*. Editorial La Red. Perú, 1998.
- Consejo Federal de Educación. *NAP Ciencias Naturales. Segundo Ciclo EGB Nivel Primario*. Ministerio de Educación ciencia y Tecnología de la Nación, Buenos Aires 2007.
- Ossenbach, G. “Manuales escolares y patrimonio histórico-educativo” *Revista Educatio Siglo XXI*, Vol. 28 nº 2 • 2010, pp. 115-132.
- Romero, G. & Maskrey, A. “Cómo entender los desastres Naturales” en Maskrey, A. *Los desastres no son naturales*. Pág. 6 a 10 Editorial La Red. 1993.
- Tosi, C. “El texto escolar como objeto de análisis. Un recorrido a través de los estudios ideológicos, didácticos, editoriales y lingüísticos” *Revista Lenguaje*, 2011, 39 (2). 469-500.
- Wilches Chau, G. “La vulnerabilidad global” en Maskrey, A. *Los desastres no son naturales*. Editorial La Red. (1993).

### 8.3- FORMACIÓN ACADÉMICA EN MITIGACIÓN DE DESASTRES EN INGENIERÍA INDUSTRIAL

**Susana B. Gea<sup>1</sup>, Pablo Argenti<sup>2</sup>**

(1) Facultad de Ingeniería, ICMASa, Consejo de Investigación, Universidad Nacional de Salta.  
geas@unsa.edu.ar

(2) Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Salta.  
pabloargenti@ymail.com

#### RESUMEN

La carrera de Ingeniería Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Salta prevé en su plan de estudios la aprobación de Seminarios Electivos. En este marco, desde la carrera de Ingeniería Civil se ofrece el dictado del Seminario “Vulnerabilidad Sísmica de Edificios Industriales” que tiene como propósito la formación de los futuros ingenieros industriales para la mitigación de desastres sísmicos. En este trabajo se presentan las características del Seminario, los objetivos, contenidos, alcances y logros obtenidos.

#### INTRODUCCIÓN

El plan de estudios de la carrera de Ingeniería Industrial exige la aprobación de un número mínimo de cursos complementarios, llamados Seminarios Electivos. La autora del presente trabajo,

Ingeniera en Construcciones, docente de la carrera de Ingeniería Civil y directora de proyectos de investigación en vulnerabilidad sísmica de edificios ofrece anualmente, a los estudiantes de Ingeniería Industrial, el dictado del Seminario “Vulnerabilidad Sísmica de Edificios Industriales”.

### **FUNDAMENTOS Y OBJETIVOS DEL CURSO**

Si bien los desastres representan un elevado costo para los países afectados, su impacto es proporcionalmente mucho mayor en los países en desarrollo. Se estima que las pérdidas en el PBI debidas a desastres superan en veinte veces a las que experimentan los países industrializados.

Por la ubicación de la ciudad de Salta, esta se ve expuesta a una actividad sísmica importante, calificada por el INPRES-CIRSOC 103 (1991) como de “elevada peligrosidad sísmica”, la cual puede traducirse en daños de consideración en el momento de su ocurrencia.

Aunque algunos eventos naturales pueden reducirse, en el caso de peligro sísmico es imposible prevenir que ocurra el evento mismo. Pero sí puede lograrse protección contra dicha amenaza, minorando sus efectos si esta ocurre. En otras palabras, reduciendo la vulnerabilidad de los elementos afectados. Estas acciones que se adoptan previamente a la ocurrencia de un evento, se conocen como medidas de mitigación. Con muy pocos recursos económicos es posible producir una importante reducción de la vulnerabilidad de edificios públicos y privados, y hasta de comunidades completas.

A través de los conocimientos adquiridos a lo largo del Seminario, se espera que los estudiantes incorporen lo que llamamos “conciencia sísmica” con adecuada solvencia teórica y práctica, lo cual constituye en sí una medida de mitigación de desastres en general y, en particular, de aquellos originados por los sismos. En su carácter de futuros dirigentes y profesionales que se insertarán en la comunidad a través de responsabilidades en la conducción de empresas y obras de ingeniería, industria en general, investigación y docencia, podrán convertirse en multiplicadores para la reducción de los efectos provocados por los sismos esperados en la región.

Los objetivos a alcanzar están relacionados con la aprehensión de los conceptos de emergencia, desastre, peligro (o amenaza), vulnerabilidad y riesgo. Con estos, el enfoque del conocimiento sobre el comportamiento de las construcciones frente a acciones dinámicas tiene como fin específico adquirir las capacidades para reducir la vulnerabilidad física y funcional de los edificios industriales en particular, por medio de medidas de mitigación en la fase de proyecto, ejecución y funcionamiento.

### **CONTENIDOS Y METODOLOGÍA DESARROLLADOS PARA LOGRAR LOS OBJETIVOS.**

Se describen a continuación los contenidos y la metodología desarrollados para lograr los objetivos que se describieron en el capítulo anterior.

#### ***Peligrosidad sísmica***

Se presentan los diferentes tipos de desastres: de origen natural y de origen antrópico y sus efectos: pérdidas directas e indirectas. A partir de un marco conceptual de amenaza, vulnerabilidad y riesgo, los estudiantes preparan una exposición sobre un evento histórico determinado (por ejemplo, inundación, sequía, remoción en masa, sismo, huracán, derrame químico) evaluando sus características y efectos; en su informe son invitados a aportar además, un análisis crítico respecto a las medidas de mitigación que podrían haberse tomado para reducir ese riesgo en particular y se discute el tema en el seno del grupo de asistentes. A continuación, se aborda el tema de sismo

génesis, escalas de intensidad y magnitud; como caso particular, los alumnos asignan un valor en la escala de Mercalli Modificada a la intensidad de un sismo sentido por todos; por ejemplo, el del 27/10/2010.

Se analizan los efectos de las condiciones locales del suelo y de la topografía en la transmisión de las ondas sísmicas, con ejemplos. Se demuestra la actividad sísmica local por medio de un listado de los sismos históricos y recientes en el noroeste argentino, ilustrando con imágenes sobre fallas geológicas locales y daños ocurridos en las construcciones. Todo lo anterior tiene como propósito interpretar el mapa de zonificación sísmica que proporciona el INPRES-CIRSOC 103 (1992), comprendiendo cómo se puede cuantificar una amenaza; en este caso, en términos de aceleración del terreno.

### ***Conceptos de ingeniería sismorresistente***

Conceptos de la ingeniería sísmica son reforzados en lo referente a los efectos de los sismos en las construcciones.

En primer lugar, se visualizan las fuerzas de inercia que se generan en los edificios cuando se produce una aceleración en la base.

Luego se analizan los patrones de colapso producidos sobre distintos tipos de edificaciones: por falla por tracción-compresión en construcciones metálicas; por resistencias inadecuadas al corte y en los nudos viga-columna y efectos P- $\Delta$  en edificios de hormigón armado. Se presentan en este caso las formas de falla por compresión y corte.

Se estudia el comportamiento de los muros de relleno frente a la acción sísmica.

En virtud de que el ingeniero industrial supervisa en muchos casos la ejecución de obras civiles, se consideró importante introducir también el concepto de ductilidad de estructuras de hormigón armado, y cómo el detallado de armaduras influye para aportar o restringir la disipación de energía que proporciona el sismo a las construcciones.

Especial atención se pone en la importancia que tiene el diseño arquitectónico en el comportamiento de las construcciones. En particular, se emplean fotografías de daños por sismos para comprender cuán desfavorable resulta el desempeño de edificios con:

- Fuerte asimetría producida por paredes medianeras en esquinas.
- Irregularidad en la configuración en planta: edificios alargados, en L, T, U, H.
- Juntas sísmicas insuficientes o atravesadas por elementos no estructurales.
- Excentricidad estructural producida por núcleos de circulación vertical o muros de cerramiento.
- Cambio abrupto de geometría en altura.
- Diferencias de masas en los pisos.
- Grandes diferencias de rigidez de los pisos.
- Discontinuidad de elementos verticales.
- Piso flexible.
- Columnas cortas.
- Interacción de elementos no estructurales con la estructura principal.
- Mala calidad en la ejecución.
- Mala calidad de materiales.



Por último, se identifican los diferentes tipos estructurales, los materiales y las técnicas constructivas locales, analizando su comportamiento.

### **Vulnerabilidad física**

Entran dentro de esta clasificación la vulnerabilidad estructural y la no estructural.

Sobre la primera, se considera suficiente para este curso el temario que se desarrolla en los conceptos de ingeniería sismorresistente. En el Capítulo 3.5.1 se detalla la manera en que estos conceptos se afianzan al aplicarlos de manera cuantitativa.

En cuanto a la vulnerabilidad no estructural, el ingeniero industrial desempeña un papel importante, ya que puede intervenir con medidas de mitigación reduciendo riesgos, tales como explosiones, derrames químicos, pérdidas de fuentes de trabajo, entre otros.

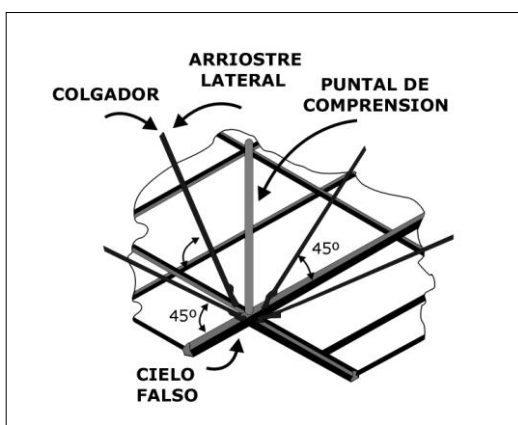
Entran en esta categoría:

- Elementos arquitectónicos: muros exteriores no-portantes, paredes divisorias, sistemas de tabiques interiores, ventanas, cielo rasos, sistema de alumbrados, etc.
- Equipos y mobiliarios: equipo industrial mecánico, electrónico, muebles de oficina, recipientes de almacenamiento de insumos y de stock, etc.
- Instalaciones básicas: sistemas de abastecimiento de servicio tales como electricidad, agua, gas.
- Instalaciones industriales: vapor, vacío, tratamiento de efluentes, etc.
- Comunicaciones internas y externas.

Se analiza el comportamiento sísmico de los elementos no estructurales, los cuales se encuentran, en general, sometidos a aceleraciones, desplazamientos y velocidades distintas a las del edificio, que provocan oscilaciones, vuelcos y deslizamientos. Se determina, en forma simplificada, los esfuerzos a que estarán sometidos los anclajes (cuando estos están fijados al terreno), para poder dimensionarlos.

De acuerdo a ello se presenta, para cada elemento, la metodología para mitigar su vulnerabilidad (FEMA, 2005). En general las medidas preventivas utilizadas en estos elementos son:

- Eliminar el objeto.
- Reubicar el objeto.
- Reemplazar el objeto.
- Modificarlo.
- Restringir su movilidad. Amarrarlo o anclarlo.
- Proveer conexiones adecuadas. Usar acopladores flexibles.
- Contar con un objeto de reserva.



En las Figs. 1, 2 y 3 se muestran algunos ejemplos de intervención (OPS-OMS, 1999<sup>a</sup>).

< Figura 1. Detalle de intervención en sistema de cielorraso, a fin de reducir su vulnerabilidad sísmica



< Figura 2. Detalle de intervención en sistema de iluminación, a fin de reducir su vulnerabilidad sísmica

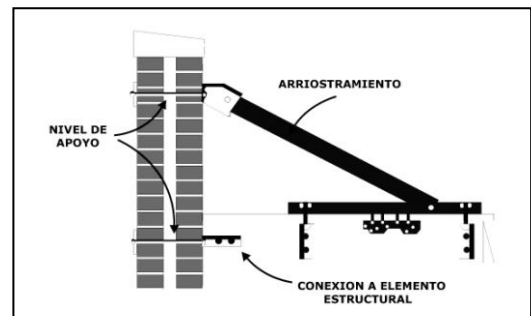


Figura 3. > Detalle de intervención en apoyos de letreros y ornamentos, a fin de reducir su vulnerabilidad sísmica

Para el estudio de estos elementos, se realiza una selección previa a partir de un inventario general de los equipos considerados importantes o estratégicos por sus características físicas (dimensiones, peso, forma), por su alto costo económico, por su importancia para la operación de la planta o por las condiciones de su anclaje (OPS-OMS, 1999<sup>b</sup>).

Con el objetivo de determinar las prioridades de intervención, se consideran dos parámetros:

1. La vulnerabilidad del elemento o sistema, entendiéndose por ello la susceptibilidad al daño, que se mide en términos de:

- características de la aceleración del suelo
- respuesta del edificio en cuanto a aceleración y desplazamientos
- tamaño y peso del elemento
- localización del elemento en el edificio
- tipo de sistema resistente a fuerzas laterales del edificio, rigidez relativa del componente respecto a la del edificio
- características de la conexión o unión (o falta de ella) entre el componente y la estructura, entre el componente y otro elemento no estructural de soporte.

La vulnerabilidad de las instalaciones y equipos puede determinarse mediante metodologías cualitativas y cuantitativas, y se mide en tres categorías: baja, mediana y alta.

2. Las consecuencias, como un estimado del efecto de la falla o daño en el componente, en términos de:

- localización del componente en el edificio (según el sector de producción o área)
- ocupación del edificio o sector, y el posible impacto sobre las vidas de los ocupantes o sobre la operatividad del edificio o sector en caso de que el elemento falle.

Las consecuencias pueden medirse también en tres categorías: bajas, moderadas o altas.

Vulnerabilidad	Consecuencias		
	Altas	Medias	Bajas
Alta	1	4	7
Media	2	5	8
Baja	3	6	9

Mediante estos dos parámetros puede definirse una matriz de prioridades, que se presenta en la Fig. 4

< Figura 4. Matriz de prioridades

### Vulnerabilidad funcional

Con el propósito de conocer en detalle los aspectos legislados en materia de seguridad funcional del edificio (Cortez Díaz, 2001; NFPA, 2001; ERREPAR, 2012) y realizar cálculos numéricos con fines

de diseño o de verificación de la seguridad funcional, se desarrolla la siguiente temática: Seguridad funcional del edificio, medios de egreso, ocupación, circulaciones horizontales y verticales; medios de escape: ancho de pasillos, corredores y escaleras (Instituto Nacional de Higiene y Seguridad en el Trabajo, 1996); condiciones de situación, construcción y extinción; aportes a la evacuación de edificios desde la tecnología.

Resulta necesario concientizar sobre la necesidad de contar con un Plan de Emergencias, valorando la importancia de encontrarse organizados ante la emergencia (Instituto Nacional de Higiene y Seguridad en el Trabajo, 1994; ICONVIDEOS 2009<sup>a,b</sup>; Segurintente, 2009). A tal fin se instruye sobre este tipo de organización, asignación de roles, funciones y responsabilidades. Para afianzar los conceptos, se realiza una aplicación práctica de la seguridad funcional a un diseño de planta industrial.

En este Seminario no se aborda la vulnerabilidad administrativo-organizativa.

### ***Trabajo final de aplicación: Evaluación de vulnerabilidad en una planta industrial***

La fase fundamental del Seminario la constituye el trabajo de campo. Para ello, se provee a los alumnos del plano de arquitectura de una planta industrial que luego se visita para interiorizarse del proceso.

El trabajo consta de tres partes: el análisis de vulnerabilidad estructural, no estructural y funcional.

#### **Análisis de vulnerabilidad estructural**

Si bien este análisis es privativo de los ingenieros civiles, se realiza un trabajo de evaluación de las características arquitectónicas que pueden aumentar la vulnerabilidad estructural, por medio de índices de reducción de la resistencia al corte de un edificio (OPS-OMS, 1999).

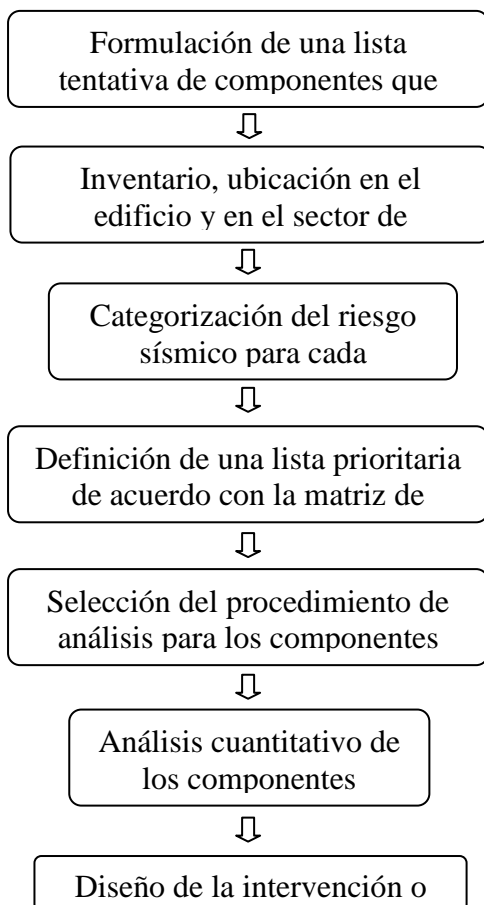
Para ello, en primer lugar se debe identificar el tipo o tipos estructurales que conforman el edificio. Sucede a menudo que este ha sufrido reformas y ampliaciones a lo largo del tiempo, resultando una edificación compleja. Esta se analiza como una unidad, o por bloques, en el caso en que se observan juntas constructivas. Para cada bloque (o la unidad completa de edificación) se evalúa, en forma de índice, los siguientes factores:

- Regularidad en planta
- Relación largo-ancho
- Contracción de planta
- Atrio o patio interior
- Excentricidad de atrio o patio interior
- Subterráneo
- Junta de dilatación
- Uniformidad de altura de piso
- Deformación permanente (inclinación, asentamientos diferenciales, deformaciones en vigas y columnas, reparaciones previas)
- Grietas en muros o columnas, corrosión.
- Incendios previos
- Almacenamiento de sustancias químicas
- Daños estructurales previos por sismo

### Análisis de vulnerabilidad no estructural

Durante el primer recorrido a la planta, se debe prestar atención al proceso y a la importancia que tiene cada uno de los elementos no estructurales dentro del mismo. También se observa si los elementos bajo riesgo sísmico lo son en cuanto al peligro para la salud de las personas, para la funcionalidad, por su valor patrimonial o combinación de estos.

A partir de este relevamiento se selecciona el nivel de operación o funcionamiento general deseado para el edificio o sector de la producción en particular, con posterioridad a un desastre. Las tareas a desarrollar a continuación se detallan en la Fig. 5.



< Figura 5 Secuencia de actividades para la mitigación de la vulnerabilidad no estructural

La tabulación de los tipos y niveles de riesgo para cualquier elemento de una planta industrial puede lograrse utilizando un formato que satisfaga las necesidades del establecimiento que se analiza. Se propone a los estudiantes que diseñen sus propias planillas de evaluación de la vulnerabilidad. En la Fig. 6 se muestra como ejemplo un listado de equipos evaluados. En esta se detalla el tipo de equipo, sus características o dimensiones, su ubicación según servicio, su grado estimado de vulnerabilidad, las consecuencias de su falla y una prioridad asignada consecuentemente. Además, se describe el tipo de apoyo, anclaje o sujeción del equipo. Para determinar la prioridad de intervención se emplea la matriz de la Fig. 4.

### Análisis de la vulnerabilidad funcional

Con los planos y la información que resulta de la visita a la planta, las actividades que desarrollarán los alumnos consisten en:

- Determinar la capacidad máxima de personas que podrían desarrollar sus tareas en forma simultánea.
- Analizar posibles zonas de reunión seguras ante una evacuación de emergencia.
- Identificar vías de evacuación y salidas de emergencia.
- Analizar la situación de los medios de escape
- Cálculo del ancho mínimo, número de medios de escape y escaleras independientes
- Verificar los tiempos de evacuación.
- Sugerir modificaciones al diseño.

## CONCLUSIONES SOBRE LAS EXPERIENCIAS REALIZADAS

De acuerdo a las experiencias de los Seminarios dictados, podemos concluir que la temática resulta de gran interés a los estudiantes, quienes se encuentran en la etapa final de su carrera de Ingeniería Industrial.

Por su formación académica los conceptos que se transmiten resultan de fácil comprensión y asimilación.

TIPO DE EQUIPO	UBICACIÓN	DIMENSIONES	VULNERABILIDAD (V)	CONSECUENCIAS (C)	PRIORIDAD	OBSERVACIONES
Componente	Sistema		(A, M, B)	(A, M, B)	f (V, C)	
Transformador	Red eléctrica	3x2.5x2	A	A	1	Pernos
Generador de emergencia	Red eléctrica	-	M	A	2	Pernos
Tablero principal	Red eléctrica	-	B	A	3	Mantenimiento

Figura 6. Ejemplo de listado de elementos bajo riesgo

Lo más relevante es el desarrollo de la práctica, ya que se trata de un trabajo profesional sobre un edificio real, donde se realizan tareas de producción.

En general, se observa una actitud proactiva por parte de los alumnos al encarar la práctica, con auténtica responsabilidad frente a la mitigación de desastres sísmicos.

## REFERENCIAS

- Axel Thoms. *Tubos de evacuación Axel Thoms*. <http://www.youtube.com/watch?feature=endscreen&v=3Z4a0PvYcyg&NR=1>, 2008.
- COASTAL. *Evacuación de edificios* <http://www.youtube.com/watch?v=oGy9e5qV3RQ&feature=related>, 2011.
- Cortes Díaz, J. M. *Higiene y Seguridad en el Trabajo*. Editorial Alfaomega Grupo Editor Argentino S.A., 2001.
- ERREPAR. *Higiene y Seguridad en el Trabajo: Ley Nº 19587 – Decretos Nacionales: 351/79 y 1338/96 – Resolución (MT y SS): 313/83 – Resolución (SRT): 37/97 y 29/98 – Disposición (DNS y ST): (8/95). Versión 1.1* – Editorial ERREPAR S.A. 2012.
- FEMA (Federal Emergency Management Agency) *Earthquake Hazard Mitigation for Nonstructural Elements Field Manual*. FEMA 74-FM / September 2005.
- ICONVIDEOS (a). *Evacuación de las personas*. [http://www.youtube.com/watch?v=N\\_MoLPn6TYA](http://www.youtube.com/watch?v=N_MoLPn6TYA), 2009.
- ICONVIDEOS (b). *Evacuación de plantas industriales*. - <http://www.youtube.com/watch?v=J1Ow4TYA8oQ>, 2009.
- INPRES-CIRSOC 103. *Normas Argentinas para Construcciones Sismorresistentes*, 1991.
- Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT). *Notas Técnicas Prácticas - NTP 436: Cálculo estimativo de vías y tiempos de evacuación*. España, 1996.
- Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT). *NTP 334: Planes de emergencia*. España, 1994.
- NFPA. *Manual de protección contra incendios*. Editorial MAPFRE, 2001.

- OPS-OMS (a) (Organización Panamericana de la Salud. Organización Mundial de la Salud). *Mitigación de Desastres en Instalaciones de Salud. Aspectos no Estructurales*. 1999.
- OPS-OMS (b) (Organización Panamericana de la Salud. Organización Mundial de la Salud). *Fundamentos para la mitigación de desastres en establecimientos de salud*. Programa de Preparativos para Situaciones de Emergencia y Coordinación del Socorro en Casos de Desastre. Organización Panamericana de la Salud. Oficina Regional de la Organización Mundial de la Salud. Washington, D.C., 1999.
- Segurintente, Simulación de evacuación de edificios 3D . <http://www.youtube.com/watch?v=LuQjwqFBQOs&feature=fvwrel> (2009).

#### 8.4- INCREMENTAR LA SEGURIDAD Y RESILIENCIA SÍSMICA EN LA ESCUELA.

**Virginia I. Rodríguez<sup>1</sup>; Sergio E. Reiloba<sup>2</sup>; María I. Yacante<sup>3</sup>; Sergio F. Heredia<sup>4</sup>.**

(1) deskjet@uolsinectis.com.ar ; (2) sereiloba@yahoo.com.ar ;

(3) mi.yacanteberon@yahoo.com.ar ; (4) arq\_sergioheredia@yahoo.com.ar.

#### INTRODUCCION

El objeto de este trabajo es presentar la experiencia y los resultados obtenidos de la ejecución del proyecto de extensión universitaria, de la F.A.U.D., aprobado y financiado por la U.N.S.J., Gestión de Mitigación Sísmica en la escuela, Plan de Seguridad Escolar, desarrollado en dos escuelas primarias, una de gestión pública y otra de gestión privada, en el Departamento de Pocito de la Provincia de San Juan.

El Riesgo Sísmico, constituye un problema que supera la esfera técnica y se inserta en aspectos ambientales del desarrollo sostenible, en las áreas expuestas a terremotos y que son vulnerables.

La Provincia de San Juan, específicamente el Valle de Tulum, que concentra el 85 % de la población, está expuesta a un elevado nivel de peligrosidad sísmica.

Las lecciones dejadas por los desastres sísmicos demuestran que se deben modificar conductas y prácticas sociales para superar el paradigma de “la causación natural de los desastres”, pasando de conductas pasivas fatalistas, a conductas activas, preventivas y responsables por parte del Estado y la Sociedad Civil.

En ese sentido se considera, que el rol de la educación, en todos los niveles, es vital, como uno de los instrumentos menos costosos, más abarcativo y profundo que puede contribuir al fortalecimiento de una Cultura de Seguridad y Resiliencia en relación a los terremotos.

Para promover la incorporación de esos conceptos de Seguridad y Resiliencia frente a terremotos, a la Cultura, hay que enseñarlos desde la niñez.

Poner el foco en la educación y específicamente en los primeros niveles del sistema educativo formal, permite utilizar infraestructura (edificios escolares); recursos económicos y recursos humanos (docentes, autoridades, personal de apoyo, padres, alumnos) existentes, que pueden capacitarse para sumarse como actores sociales activos a la gestión integral de riesgo sísmico, en y desde la escuela.

Desde ese marco conceptual se diseñó el proyecto de extensión universitaria “Gestión de Mitigación Sísmica en la Escuela. Plan de Seguridad Escolar, cuyo objetivo general es Capacitar al personal directivo, docente y de maestranza, en el tema, orientado a contribuir a la comprensión del problema sísmico e iniciar un proceso de elaboración de contenidos y material didáctico para la bajada al aula, en las áreas curriculares del nivel inicial y primario y de formulación de un Plan Institucional de Seguridad.

El proyecto de extensión se formuló, luego de un diagnóstico efectuado por el equipo de investigación de la F.A.U.D. – U.N.S.J. y personal directivo de dos escuelas, que puso en evidencia los obstáculos existentes para abordar el Problema y su Gestión desde la Escuela. Entre otros:

- Insuficiente formación y capacitación del personal directivo y docente en el tema Gestión de Riesgo.
- Incipiente y dispersa incorporación de contenidos sobre el tema, en las distintas áreas curriculares sin articulación horizontal ni vertical.
- Inaccesibilidad a conocimientos científicos técnicos y a material didáctico sobre el tema.
- Inexistencia de un Plan de Seguridad Sísmica elaborado con la participación de la comunidad educativa en ejecución y ajuste permanente.

“Habría que fomentar la participación activa de la comunidad para comprender mejor la interpretación individual y colectiva de las ideas de desarrollo y riesgo y para entender claramente características culturales y de organización de cada sociedad, así como de su comportamiento y su interacción con el medio físico y natural. Este conocimiento reviste suma importancia para determinar que cosas favorecen y que cosas entran la prevención y la mitigación o promueven o limitan la preservación del medio ambiente para el desarrollo de las generaciones futuras y para encontrar medios eficaces y eficientes de reducir los efectos de los desastres”. <sup>(1)</sup>Mensaje de Yokohama, Japón 1994.

La puesta en marcha de este proyecto promovió el inicio de un proceso de cambio de conductas en la comunidad educativa de dos escuelas del departamento antes mencionado, dirigido a:

- a) incentivar una actitud personal y colectiva responsable de seguridad sísmica.
- b) participar activamente en la mitigación del riesgo sísmico, reduciendo vulnerabilidad física y humana a través de acciones concretas en la escuela.
- c) asumir un compromiso social desde la escuela, para incrementar la capacidad y organización comunitaria de su entorno social, sosteniendo un proceso en el tiempo.

## DESARROLLO

El Proyecto se planteó con el propósito de contribuir a la formación y fortalecimiento de una Cultura de Seguridad Sísmica en la población sanjuanina desde la escuela, es decir desde la base del sistema educativo formal.

Las actividades ejecutadas fueron:

- Dictado de charlas:

El objetivo era sensibilizar a directivos y docentes sobre la importancia de la Educación en el proceso social de cambio de conductas y prácticas sociales en relación al Riesgo Sísmico, el Rol de la Escuela en la Gestión de Mitigación Sísmica y la necesidad de una capacitación continua de los docentes, imprescindible para introducir contenidos articulados en las distintas áreas curriculares y formular un plan integral participativo, de gestión sísmica en la cada escuela.

- Planificación y diseño de módulos y Talleres de Capacitación Docente.
- Desarrollo del Curso y Talleres de Capacitación:  
Se realizó de acuerdo a lo previsto, durante cuatro meses.
- Relevamiento físico y fotográfico en ambas Escuelas
- Identificación de Vulnerabilidad Sísmica de elementos no estructurales y funcionales.  
Esta actividad permitió tener un estado de situación de vulnerabilidad existente en cada escuela y en base a ello, identificar un listado de proyectos de mitigación necesarios de ejecutar en el tiempo.
- Revisión de NAP, CBC y Diseño Curriculares para identificar los contenidos vinculados al tema y sugerir la incorporación de otros contenidos (conceptuales, procedimentales y actitudinales).
- Asesoría a Docentes
  - a) En la elaboración de propuestas de contenidos y actividades por nivel para incluir el tema en las áreas curriculares en forma articulada en horizontal y vertical.
  - b) En un esbozo de formulación del Plan de Seguridad Escolar con actividades de mitigación y de preparación de respuesta a una emergencia sísmica.
- Divulgación durante la ejecución y luego de la finalización del proyecto.

## RESULTADOS

El desarrollo de este proyecto de extensión ha permitido:

- Iniciar un Proceso de Educación sobre Gestión de Mitigación del Riesgo Sísmico y Preparación de la Respuesta a la Emergencia, en la comunidad educativa en ambas instalaciones en el Departamento Pocito.
- Incorporar conceptos Científicos – Técnicos, Bibliografía y Material Didáctico que facilitara participación y organización de la comunidad educativa.
- Generar condiciones adecuadas para conformar una organización en la escuela integrada por la comunidad educativa que coordine en forma permanente acciones de Mitigación para prevenir el Desastre interno y proyectarse hacia otras escuelas del departamento y articular con otras instituciones de la zona.

Este proyecto ha impactado en las áreas de:

- Capacitación Docente, en cuanto contribuye a la formación de recursos humanos en el tema.
- Gestión Institucional, en cuanto contempla la Sustentabilidad del Plan de Seguridad Sísmica en el tiempo.
- Implementación Curricular, en cuanto intenta dar respuesta integradora de las distintas áreas disciplinares.
- Didáctica – Pedagógica, por cuanto debe incorporar metodologías innovadoras en el ámbito educativo y materiales.
- Vinculación con la Comunidad, en cuanto debe incentivar la participación de los padres y otros sectores comunitarios.

## PRODUCTOS

- Compilación de Material Didáctico para Educar a los Alumnos. (8 CD).
- Compilación de Leyes Nacionales, Provinciales y Decretos Reglamentarios sobre Prevención Sísmica. (1 CD).
- Compilación de Bibliografía para Docentes. (1 CD).
- Presentación en Power Point y Relevamiento Fotográfico de cada Edificio. (1 CD).
- Video de Espacios de cada Edificio, con ejemplos de Vulnerabilidad Sísmica Identificada. (DVD).



- Compilación de Bibliografía y Material Didáctico para Docentes y Alumnos. (2 vol. impreso).
- Inventario de Vulnerabilidad sísmica no estructural y funcional y de evacuación. (CD y 1 vol.).

### 8.5- HABITAR LA UNIVERSIDAD REDUCIENDO RIESGO SÍSMICO.

**Virginia I. Rodríguez<sup>1</sup> Sergio F. Heredia<sup>2</sup> María I, Yacante<sup>3</sup> Sergio E. Reiloba<sup>4</sup>**

(1) Universidad Nacional de San Juan - [deskjet@uolsinectis.com.ar](mailto:deskjet@uolsinectis.com.ar)

(2) Universidad Nacional de San Juan - [arq\\_sergioheredia@yahoo.com.ar](mailto:arq_sergioheredia@yahoo.com.ar)

(3) Universidad Nacional de San Juan - [mi.yacanteberon@yahoo.com.ar](mailto:mi.yacanteberon@yahoo.com.ar)

(4) Universidad Nacional de San Juan - [sereiloba@yahoo.com.ar](mailto:sereiloba@yahoo.com.ar)

#### RESUMEN

El objetivo de este trabajo es presentar los resultados de avances y las conclusiones preliminares de un proyecto en desarrollo, en la Universidad Nacional de San Juan, República Argentina, que aborda el problema de reducción de riesgo sísmico, desde la educación superior.

El fortalecimiento de una cultura de resistencia y resiliencia comunitaria, frente a los peligros naturales, requiere un cambio de conductas y prácticas sociales. Desde esta perspectiva, el compromiso de la Universidad en su contribución, al proceso social de reversión de la vulnerabilidad global existente y construcción participativa de condiciones de vida más seguras para todos, es vital e ineludible.

Se ha realizado un relevamiento e inventario: normativo; de estructura organizativa; de áreas físico – funcionales; de contenidos vinculados con Gestión de Reducción de Riesgo Sísmico en planes de estudio de carreras de grado y postgrado, proyectos de investigación y extensión, de los últimos diez años en una facultad, tomada como estudio de caso.

Se presenta la identificación y evaluación preliminar de vulnerabilidad sísmica, en los cuatro aspectos analizados (normativo, organizacional, académico y físico), en planillas, gráficos, mapas; y la propuesta de un Plan de Acción de Gestión de Mitigación Sísmica en la U.N.S.J. orientado a promover una cultura de seguridad sísmica.

### 8.6- LOS DESASTRES NATURALES COMO EJE DE ARTICULACION ENTRE EL SISTEMA DE EDUCACION SUPERIOR, EL DE EDUCACION MEDIA Y LA COMUNIDAD DE UNQUILLO PROVINCIA DE CORDOBA (R.A.)

**Rubén Mario del Valle Menso<sup>1</sup>, Norma del Valle Capri<sup>2</sup> y Diego R. Murua<sup>3</sup>**

(1) Universidad Nacional de Córdoba (F.C.E.F.yN.), CONICET e IPETyM N° 78

(2) Instituto Provincial de Educación Técnica y Media N° 78 - JUAN BAUTISTA AMBROSETTI

(3) Universidad Nacional de Córdoba (F.C.E.F. y N.) e IPETyM N° 78

Av. Velez Sarsfield N° 1611 Tel. 0351-4766742 - E-mail: [rmenso@efn.uncor.edu](mailto:rmenso@efn.uncor.edu)

**PALABRAS CLAVES:** Desastres, Articulación, Educación, Estrategias, Niveles, y Ambiente

## RESUMEN

El presente trabajo muestra la experiencia de articulación entre el sistema de educación superior universitario, representado por la Facultad de Ciencias Exactas Físicas y Naturales de la Universidad Nacional de Córdoba a través de docentes y alumnos, y el sistema educativo en el nivel medio, representado por el Instituto Provincial de Educación Técnica y Media N° 78 “Juan Bautista Ambrosetti” de la ciudad de Unquillo, Provincia de Córdoba, con la participación de docentes y alumnos y, a través de estos, toda la Comunidad.

Se tomó como temática de trabajo, el tratamiento de los desastres naturales-antrópicos enfocados desde la realidad social inmersa en una dimensión espacial física, puntualmente, la inundación que afectó a la ciudad de Unquillo en enero de 2007.

El objetivo general fue identificar y tomar conciencia que los códigos conductuales inapropiados respecto de los residuos sólidos urbanos que no solo producen contaminación ambiental, sino que son factores directamente causantes o agravantes en caso de catástrofes.

Como estrategia de aprendizaje se puso, la educación entre pares, entre los alumnos de 6to. Año en calidad de tutores de alumnos de 3er años.

Este proyecto demostró el crecimiento no sólo en la construcción de conocimientos y la incorporación de conductas positivas hacia el medio natural y social, sino también en los vínculos y sentido de pertenencia al ciclo, a la institución y a toda la comunidad.

Finalmente, esta experiencia educativa es factible de replicar en diferentes instituciones con proyección a su apertura hacia otros espacios curriculares.-

## FUNDAMENTACION

El ambiente es hoy una construcción social, la resultante de una conjunción de factores sociales, económicos, políticos, históricos, culturales y también ecológicos que ya no es posible pensarlo solamente como el abordaje de los recursos naturales, sin dar cuenta de su complejidad y conflictividad social desde diversas perspectivas, miradas y análisis.

Y, como sucede en todo proceso de construcción social, subyacen a él procesos educativos que se llevan a cabo y conforman, le dan unidad y continuidad, lo potencian (o todo lo contrario), procesos educativos cuya significatividad, como facilitadores o debilitadores, resulta innegable.

El cuidado del medio que nos rodea es posible lograrlo con la participación efectiva de todos los actores involucrados directa o indirectamente en este proceso, pero fundamentalmente a través de la educación y capacitación ambiental del capital humano, ya que desde la promoción de su actitud, individual y comunitaria, sólo es posible que el ser humano sea respetuoso de la naturaleza y tienda al equilibrio ecológico y al desarrollo sustentable. La concientización de esta problemática tiene un gran aliado que es el trabajo serio y responsable del docente comprometido con su función.

Si consideramos que comprensión del ambiente es un proceso integral y complejo y no lineal, que requiere adaptaciones curriculares para poder ser tratados en el aula, la educación ambiental constituye un desafío y desde la educación formal, se debe partir de la aplicación de nuevos enfoques y estrategias en los distintos niveles de enseñanza, con nuevas prácticas educativas

interdisciplinarias, contextualizadas para cada grupo social y atendiendo a la realidad local y al entorno inmediato.

Desde esta perspectiva, se realizó este Taller, involucrando espacios diferentes para el tratamiento pedagógico de una situación de conflictividad ambiental local que impacta directamente sobre la calidad de vida de los ciudadanos de Unquillo, (Provincia de Córdoba) como lo es la inundación del arroyo que atraviesa esta localidad, ocurrida con alguna frecuencia, siendo la última la ocurrida en febrero de 2007.

### **OBJETIVOS**

El Objetivo General es identificar y favorecer la toma de conciencia en la comunidad de que los códigos conductuales inapropiados respecto de los residuos sólidos urbanos no sólo producen contaminación ambiental sino que son factores directamente causantes o agravantes en casos de catástrofes, como por ejemplo en la inundación de un arroyo que atraviesa una ciudad.

### **DESARROLLO**

Con los ecos de las distintas lecturas e interpretaciones que los miembros de la comunidad de Unquillo realizaron de la inundación del arroyo ocurrida en febrero de 2007, y su impacto en la vida comunitaria, social y económica de la ciudad, se decidió dar un tratamiento pedagógico a esta problemática desde la escuela, y en el proceso de desarrollo del contenido conceptual “Análisis de Cuenca como elemento estanco de Contaminación” de la Asignatura Evaluación de Impacto Ambiental, se propone como recurso metodológico cartográfico la elaboración del Mapa Temático de la Cuenca del Arroyo Unquillo, a fin de observar y evaluar de qué manera los residuos sólidos y líquidos de las explotaciones mineras, derramados en cualquier espacio físico de la cuenca pueden trasladarse, a través del movimiento superficial del agua de lluvia, hasta el cauce del arroyo. De esta manera, la acumulación de residuos en el arroyo (no necesariamente arrojados directamente a su cauce) puede obstruir el paso de la corriente de agua en puentes y vados, y en caso de grandes precipitaciones agravar los procesos inundantes y anegatorios, provocando una catástrofe; con el impacto social que esto provoca en una población.

Continuando el trabajo, se incluye a los alumnos del CBU en el marco de un proyecto institucional denominado “Convivencia Ambiental” a partir del cual los alumnos de 6º año de Minería, en un rol de mayor compromiso y protagonismo, como tutores de los alumnos de 3º año en la prosecución de este.

Se clarifican y profundizan con los alumnos de 3º los contenidos conceptuales de Inundación, Anegamiento y se introduce el concepto de Cuenca, Residuos Sólidos Urbanos, Impacto Ambiental etc.

Prosiguiendo, cada alumno construye el plano de la manzana de su casa con un radio aproximado de 100 metros, indicando el movimiento que sigue el agua de lluvia en la calle que pasa por su casa (y el de las calles que la interceptan, si lo conocen), para luego trasladar estos datos al mapa temático de la Cuenca del Arroyo Unquillo, y realizar con el software LeoWorks la cartografía geocientífica.

### **CONCLUSIONES**

Se observa un acercamiento a la problemática de la inundación, por parte de los alumnos, desde una perspectiva distinta, más objetiva y racional, considerando categorías de causas-consecuencias.

Visualizan el tratamiento de los residuos sólidos urbanos en su ciudad como una responsabilidad ciudadana con implicancias comunitarias de importante dimensión.

Comprenden la necesidad de una previsión y planificación urbana frente al crecimiento poblacional. Adhieren a la necesidad de promover valores y prácticas de cuidado del ambiente natural y social.

Finalmente, esta experiencia educativa es factible de replicar en diferentes instituciones, especialmente de nivel medio y con proyección a su apertura hacia otros espacios curriculares.-

## REFERENCIAS

- Batiuk, Verona y otros (2008). A 25 años de democracia: una revisión sobre la Ciudadanía y Participación en la educación secundaria. Buenos Aires: Fundación CIPPEC
- De Mattos, C., (1997). Dinámica económica globalizada y transformación metropolitana: Hacia un planeta de archipiélagos urbanos. 6º Encuentro de Geógrafos de América Latina, Dpto. de Geografía, Facultad de Filosofía, U.B.A.
- D.I.P.A.S., (2000). Presa: 08 - San Roque. Direc. Prov. de Agua y Saneamiento, Min. Ob. Pub., Prov. de Córdoba. XVIII. Congreso Nac. del Agua, Termas de Río Hondo, Sgo. del Est. Paneles.
- Gobierno de Córdoba. Ministerio de Educación Subsecretaría de Promoción de Igualdad y Calidad educativa (2008) Documento: Educación ambiental. Gobierno de Córdoba: Autor.
- Quintana Salvat, Francisco; Barbeito, Osvaldo Luís y Menso, Rubén Mario del V. (2002). "Carta de Peligrosidad (Amenaza) de Inundación, Erosión y Anegamiento para las Acciones de Prevención – Ciudad de Córdoba – R.A.". ISBN Nº 987-9129-15-6. Hecho el depósito de ley 11.723. Editorial: Imprenta de la Municipalidad de Córdoba
- Siede, Isabelino (2007) La educación Política. Ensayos sobre ética y ciudadanía en la escuela. Buenos Aires: Paidós.

## 8.7- PROPUESTA PEDAGOGICA DE LA MATERIA HABITAT EN RIESGO, EN LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE CÓRDOBA

### Arq Aurelio Ferrero, Arq Gustavo Rebord

Universidad Nacional de Cordoba Facultad de Arquitectura, Urbanismo y Diseño Carrera de Diseño Industrial - Echeverría 2804 Barrio Rosedal Córdoba - aurelioferrero@gmail.com

## RESUMEN

El presente trabajo resume los objetivos y contenidos de la materia Habitat en Riesgo que se dicta en la Universidad Nacional de Córdoba, desde el 2012.

Su carácter es de materia electiva, de un semestre y carga horaria de 4 horas semanales. La propuso y la conduce un equipo docente que lleva adelante la materia PROBLEMÁTICA DE LA VIVIENDA POPULAR en la carrera de Arquitectura, con una experiencia que cuenta ya con 22 años.

## **OBJETIVOS**

1. Informar y transferir datos como apertura a un campo de conocimiento, facilitando al alumno un contacto sensible que le permita encontrar posibles afinidades, compromisos y vínculos con el tema. Identificar sub-areas temáticas y sus fuentes de información
2. Desarrollar una práctica específica de intervenciones materiales en los procesos de gestión del riesgo, en alguna de sus etapas y referida a alguno de los seis atributos del Hábitat.(Cobijo y vivienda, equipamiento comunitario, transporte, espacio público, servicios públicos y suelo)
3. Orientar y monitorear\_ posteriores actividades como :  
Tesis de Trabajo Final  
Proyectos de Investigación  
Actividades Extensionistas

## **CONTENIDOS**

La materia propone un cambio en los paradigmas habituales del estudiante. Coloca a los futuros profesionales en una simulación de escenario donde compartir sus decisiones con actores de otras disciplinas. Considerando al hecho constructivo no como un producto terminado fruto de sus decisiones y aislado de su contexto, sino como resultado de un proceso donde están involucrados factores sociales, económicos, políticos y de coyuntura que surgen del contexto donde se desarrolla la problemática abordada. El trabajo práctico final plantea el diseño, a partir de un enfoque sistémico, de un objeto material que supla necesidades concretas identificadas. Su desarrollo se organiza desde tres unidades cronológicas que son evaluadas paso a paso:

### **UNIDAD CONCEPTUALIZACION**

1. La ciudad y sus periferias en Latinoamerica como contexto y reconocimiento de los escenarios posibles. La vulnerabilidad en relación a los desastres. Mapas de riesgo , tipos de déficit habitacional, alternativas posibles para su solución según tipos de déficits
2. La gestión del riesgo. Conceptos básicos, etapas y experiencias de institucionalización en Argentina y América Latina. Actores sociales, sus roles y lógicas de actuación: sus roles, potencialidades, perspectivas y lógicas de actuación.(Municipios, comunidades, Defensa Civil, Cruz Roja, Ongs, etc)

### **UNIDAD DIAGNOSTICO**

3. Identificación de un tema problema. Diagnóstico, relevamiento de datos. Definición del tema a desarrollar en el curso en ese semestre.
4. Metodología para la formulación de proyectos. Enfoque metodológico, herramientas de diagnóstico, definición de objetivos y metas, programación de actividades. Desarrollo de la estructura general de un proyecto de intervención en una etapa determinada .

### **UNIDAD PROYECTO**

5. Eje tecnológico-constructivo: Utilización de tecnologías apropiadas y apropiables, investigación y propuestas de sistemas de construcción o provisión de bienes o servicios. Este será el punto central en la práctica del alumno, ya que implica propuestas materiales y desarrollos ajustados a partir del marco de referencia planteado.

6. Eje Socio-Organizativo: Diagnóstico social de una comunidad, importancia de la participación en proyectos , formas organizativas posibles, herramientas para el trabajo asociativo, concepto de desarrollo local. Aplicación.

Eje Económico Financiero. Presupuestación de proyecto, rubros a incorporar, financiamiento, valorización de recursos no financieros. Interdisciplina:

Reconocimiento de diferentes disciplinas intervinientes en los procesos, roles, conformación y articulación de equipos multidisciplinarios.

7. Desarrollo de la documentación técnica completa del proyecto final, maquetas, perspectivas,

Son características pedagógicas en el dictado, la puesta en común e intercambio entre alumnos. Críticas colectivas e individuales de proceso y de la entrega final. Evaluación de los docentes y a los docentes.

El primer ciclo de la materia se está desarrollando por primera vez durante el segundo semestre de 2012, con un cursado regular de 48 alumnos de cuarto año de la carrera de Diseño Industrial.

El arq Aurelio Ferrero es profesor a cargo de la titularidad, y el arq Gustavo Rebord, Jefe de trabajos prácticos.

La ponencia presentará en su desarrollo ejemplos de los trabajos de alumnos.

## SIMPOSIO 9 EL SISTEMA DE SALUD FRENTE A LOS RIESGOS DE DESASTRES

### 9.1- CARACTERIZACIÓN ESPACIAL DE LA VULNERABILIDAD A PARTIR DE DATOS GENERADOS POR EL SISTEMA DE SALUD.

**Susana A. Chalabe<sup>1,3</sup>, Ana M. Chalabe<sup>2,4</sup>, Llanos Valera Prieto<sup>3</sup>, Norma B. Cañizares<sup>1,3</sup> Valeria M. Robles<sup>3</sup> & Ma. Gabriela Franco.**

(1) Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Jujuy.  
chalabe@arnet.com.ar, norma\_canizares@hotmail.com

(2) Hospital Nuestra Sra. de El Carmen, Provincia de Jujuy. .  
chalabeana@hotmail.com

(3) Unidad de Gestión Integrada de Cuencas de la Provincia de Jujuy. UGICH.  
llanivip@gmail.com

#### RESUMEN

Cuando sucede un fenómeno natural y la comunidad o los tomadores de decisión no están preparados, en general acontece el caos poniendo en evidencia la vulnerabilidad de la población y aunque existen estudios y cartografías de riesgos, no suelen estar identificadas las capacidades o incapacidades de la sociedad para soportar y sobreponerse al impacto ocasionado por el fenómeno. En el marco de dos proyectos se ha realizado y probado una metodología utilizando datos recopilados por el sistema de salud pública y aplicando como herramientas los sistemas de información geográficos por la posibilidad que estos brindan para identificar vulnerabilidades en un espacio geográfico. Como producto se obtuvieron capas de información que se superponen en geoportales o infraestructuras de datos espaciales que posibilitan anticipar escenarios de riesgos y actuar en consecuencia. Los softwares utilizados se han desarrollado bajo la licencia de software libre GNU/GPL y por los resultados obtenidos se comprueba la importancia de continuar con la caracterización espacial de datos sociales a los fines de realizar aportes concretos y diferenciales en cada una de las fases de la gestión del riesgo.

#### INTRODUCCIÓN

Esta investigación se lleva a cabo en el marco de los proyectos: *“Implementación de una unidad de estudio, monitorización y control de cuencas hidrográficas con la finalidad de apoyar la toma de decisiones en la gestión a medio y largo plazo. Jujuy, Argentina”*, financiado por la Agencia Española de Cooperación Internacional (AECID) con la participación y apoyo del Gobierno de Jujuy, la Universidad Politécnica de Madrid y la Universidad Nacional de Jujuy y *“Sistema de información geográfica en las evaluaciones de amenazas y vulnerabilidades y su uso como herramienta para la toma de decisiones en la gestión integral del riesgo”*, Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Jujuy.

En nuestra provincia, los factores condicionantes que rigen los parámetros climáticos y la constitución geológica presente, determinan áreas de amenazas naturales que en algunos casos

están ampliamente estudiadas, sin embargo no sucede lo mismo con las vulnerabilidades de las personas, comunidades, infraestructura, servicios e instituciones.

Los datos son una limitante importante, por ello, se analizaron distintas fuentes concluyendo que es el sector salud quien colecta y recopila desde hace aproximadamente 60 años información que bien puede aplicarse para la identificación de las vulnerabilidades sociales, refiriéndonos básicamente a identificar las características de una persona o sociedad en términos de su capacidad para anticipar, enfrentarse, resistir y recobrase del impacto de un peligro natural.

Para el análisis de los riesgos, un método clásico ha sido y es la superposición de mapas, técnica que se ha beneficiado con el desarrollo de tecnologías asociadas a Sistemas de Información Geográficos o SIG evolucionando actualmente a las Infraestructuras de Datos Espaciales o IDEs. Estas sin duda que facilitan el análisis ya que su esencia es la interoperabilidad e integración de datos, y por ende, son aplicables a cualquier escenario de riesgos cuya principal característica es la complejidad.

Por ello, se aplican los SIG y la IDEs esperando aportar métodos para evaluar la vulnerabilidad del sistema en general y de los elementos expuestos al riesgo en particular, a los fines de proponer medidas para reducir el riesgo a niveles aceptables y superar en parte las limitaciones económicas, institucionales y sociales de los municipios y comunidades.

### **MARCO TEORICO**

La literatura sobre riesgos es abundante y en este trabajo haremos mención únicamente al concepto de vulnerabilidad que se define generalmente como cualquier condición de susceptibilidad a impactos externos que pudieran amenazar las vidas y estilos de vida de las personas, los recursos naturales, las propiedades e infraestructura, la productividad económica y la prosperidad de una región.

Se refiere también, a las características de una persona o grupo de personas desde el punto de vista de su capacidad, para anticipar, sobrevivir, asistir y recuperarse del impacto de una amenaza. (Blaikie et al., 1996).

En este contexto y ante la presencia de una amenaza determinada, identificar y evaluar la vulnerabilidad permite diseñar programas y proyectos específicos que modifiquen las condiciones y que al menos, ante la imposibilidad de actuar sobre la amenazas sea posible disminuir la vulnerabilidad de las personas, sus bienes y los elementos expuestos.

### **SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICOS**

Los SIG permiten construir modelos o representaciones del mundo real a partir de datos geográficos de localización cierta y mensurable y hasta hace relativamente pocos años los desarrollados bajo licencia de software libre GNU/GPL no eran una opción, sin embargo, el alto coste de las licencias de base propietarios se han transformado en una limitante importante.

Pero, aunque la disponibilidad de SIG libres es ya una realidad, todavía no es frecuente su uso especialmente en instituciones que han producido sus datos en software privativos, esta situación está asociado al desconocimiento sobre la migración de los datos y la idea generalizada que cambiar de sistema significaría producir datos desde su origen, tarea quizás titánica que, con toda



razón, ningún usuario de SIG está dispuesto a enfrentar (Revollo Sarmiento, *et al.*, 2007). En este trabajo se utiliza el GvSig y Udig que son Sistema de Información Geográfica multiplataforma.

## MATERIALES Y METODOS

### Datos

Los datos se refieren a las componentes que intervienen para el estudio de amenazas y vulnerabilidades aunque -como mencionamos- el análisis está centrado en esta última.

Para examinar las amenazas se seleccionó información referida a la topografía, geología, suelos, vegetación, usos, fotografías aéreas, imágenes satelitales y cartografías varias.

En cuanto a la vulnerabilidad, los antecedentes necesarios son aquellos que permiten implementar un sistema que vaya adecuándose en el tiempo a medida que se modifican las condiciones de las personas o sociedad. En función de ello se analizaron distintas fuentes de datos como los provenientes del Censo Nacional de Población y Vivienda elaborados por el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos y los del Programa de Atención Primaria de la Salud (APS) del Ministerio de Salud de la Provincia de Jujuy que se recogen en fichas como la que se muestra en la fig. 1.

El formulario muestra una estructura de datos organizada en secciones:

- Datos Personales:** Incluye campos para nombre, edad, sexo, estado civil, ocupación, etc.
- Vivienda:** Sección para describir las características de la vivienda, como tipo de construcción, materiales, y servicios básicos.
- Servicios de Salud:** Incluye información sobre el tipo de atención recibida, frecuencia de visitas, y el personal sanitario involucrado.
- Observaciones:** Espacio para registrar comentarios adicionales sobre el estado de salud o condiciones de la vivienda.

< Figura 1. Aspecto de una ficha de recolección de datos de APS.

Este servicio (APS) entró en vigencia a fines de la década del '60 en poblaciones de áreas rurales de baja accesibilidad al sistema de salud y hacia los años '80 se crean paulatinamente nuevos puestos de salud que son centros referenciales del Programa.

Actualmente la estructura de salud de la provincia de Jujuy se encuentra dividida en zonas sanitarias o regiones y dentro de ellas las áreas programáticas con Centros de Salud y Agentes Sanitarios que son quienes realizan el relevamiento.

Aproximadamente hay un agente por cada doscientos cincuenta familias, no todos los sectores están cubiertos y se priorizan los más vulnerables desde la visión de mayor riesgo socio sanitario (Martínez, *et al.*, 2007).

A diferencia del Censo Nacional, los datos se recogen todos los años y aunque el tratamiento y sistematización es complejo por su abundancia y falta de sistematización, los beneficios son altos ya que se dispone de información actualizada.

### Métodos

El marco metodológico comprende distintas etapas, a saber:

#### a. Diseño conceptual y lógico:

Se plantea cómo debe ser la estructura temática de la información que permita analizar las amenazas y las vulnerabilidades y se realiza un análisis retrospectivo de los datos, evaluando su suficiencia e identificando los formatos disponibles. Se verifican eventos históricos que coadyuven a delimitar áreas críticas.

Para el análisis de la vulnerabilidad, de la información que recolecta APS no se trabaja sobre toda la tabla o formulario utilizado por los agentes sanitarios, sino que se seleccionan indicadores como: Grupo familiar integrado por menores de 5 años - Ingresos económicos inestables - Carencia de obra social - Desempleo - Vivienda - Grado de instrucción y Actividades económicas alternativas.

En resumen, se definen todos los pasos necesarios para obtener, a partir de los datos disponibles, el componente esencial del SIG, y este es el dato espacial con sus atributos.

El requerimiento de software y hardware necesario también se plantea en esta etapa. La metodología adoptada permite trabajar con SIG privativos o libres, y es una decisión institucional la que define esta selección.

#### **b. Diseño físico:**

Comprende la organización de los datos para su tratamiento en el SIG y para ello se ejecutan las actividades de a) ingreso de datos, b) almacenamiento y conformación de las bases de datos, c) caracterización de amenazas, valoración de la vulnerabilidad y estimación del riesgo, sólo en relación a eventos específicos previamente determinados. d) salida de información con sus correspondientes metadatos como elemento descriptor de datos.

Se especifican las operaciones de selección por atributos, selección espacial y algebra de mapas involucrando dos o más coberturas para que en pasos sucesivos se alcance nueva información aunque siempre a partir de los atributos de las entidades espaciales.

Se agrupan los resultados en función de la vulnerabilidad ambiental o ecológica, física, económica, social o educativa otorgando pesos ponderados para obtener un valor de vulnerabilidad específica.

### **RESULTADOS**

Se realizaron pruebas a fines de aplicar la metodología en dos sitios diferentes y con dos amenazas distintas: Volcán y El Carmen, ambas en la provincia de Jujuy.

En la localidad de Volcán, la amenaza son los deslizamientos que pudieran ocurrir en la Quebrada de Los Filtros y que podrían afectar a la ciudad dada la inconveniente ubicación de esta. (Valera Prieto, 2011).

En la ciudad de El Carmen, siempre está presente la posible ocurrencia de un sismo y la comunidad se ha planteado la necesidad de modelar escenarios que permitan la ejecución de medidas de actuación. En este caso participó activamente el Hospital Nuestra Señora de El Carmen.

En ambos casos se partió de información en formato papel y aplicando el modelo conceptual, lógico y físico se obtuvieron tablas como se observa en la fig. 2

En la localidad de Volcán se obtuvo un mapa de vulnerabilidades físicas a nivel parcelario como el ejemplo que se muestra en la fig. 3. En el cálculo se utilizaron los datos disponibles referidos a la composición de las paredes, el piso y el techo, otorgando un valor según los materiales utilizados y el efecto que podría tener un alud de barro sobre ellos.

336	000004	0003-A	H-113	Adobe	Cemento	Chapa de zinc
338	000013	00001B	H-656	Adobe	Cemento	Chapa de zinc
360	00003	000004		Adobe	Cemento	Chapa de zinc
301	000003	0001-A	H-169	Adobe	Cemento	Chapa de zinc
368	000003	0001-B	H-169	Adobe	Cemento	Chapa de zinc
371	000017	00016C		Bloque	Cemento	Paja y barro
163	000010	00016A	H-1478	Adobe	Cemento	Chapa de zinc
181	000005	00021B	H-1417	Adobe	Cemento	Chapa de zinc
373	000005	00021A	H-1417	Adobe	Cemento	Chapa de zinc
374	000005	00011B	H-1407	Adobe	Mosaico o baldosa	Chapa de zinc
129	000005	00011A	H-1408	Adobe	Mosaico o baldosa	Chapa de zinc
375	000005	00011B	H-1408	Adobe	Mosaico o baldosa	Chapa de zinc
0	000005	00015C	H-1411	Adobe	Cemento	Chapa de zinc
0	000005	00015D	H-1411	Adobe	Cemento	Chapa de zinc
179	000005	00023A	H-1419	Adobe	Cemento	Loza
0	000001	000023	H-1431	Adobe	Cemento	Chapa de zinc
0	000001	000001	H-1431	Adobe	Mosaico o baldosa	Chapa de zinc
0	000001	000003	H-1431	Adobe	Cemento	Chapa de zinc
0	000001	000021	H-1432	Adobe	Cemento	Chapa de zinc
0	000001	000009	H-1433	Adobe	Mosaico o baldosa	Chapa de zinc
0	000013	000003	H-1434	Adobe	Cemento	Chapa de zinc
0	000013	000004	H-1434	Adobe	Mosaico o baldosa	Chapa de zinc
13	000013	000019		Adobe	Mosaico o baldosa	Loza
13	000013	000021		Adobe	Cemento	Loza
13	000013	000020		Adobe	Cemento	Chapa de zinc
13	000013	000018		Adobe	Cemento	Chapa de zinc
0	000034	000001		Bloque	Tierra	Paja y barro

< Figura 2. Tabla de atributos en formato SIG que corresponde a la distribución espacial de las viviendas indicando en este caso los elementos utilizados para la construcción de los techos, pisos y paredes.

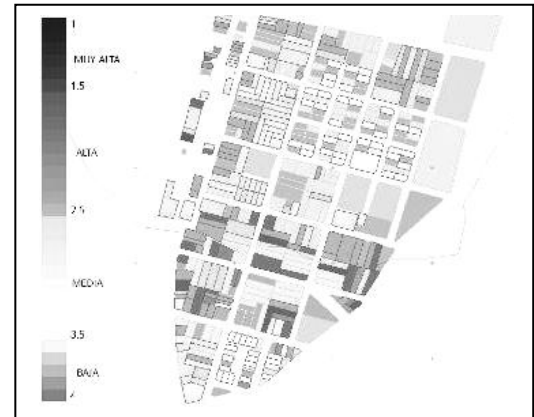


Figura 3 >  
Mapa que muestra la distribución espacial de parcelas clasificadas según distintos valores de vulnerabilidad física.

En la ciudad de El Carmen y ante la ocurrencia de un sismo, los sistemas de emergencia que en este caso dependen del hospital local, disponen de mapas referidos a la vulnerabilidad de las personas y con ello se identifica a las personas que podrían necesitar ayuda inmediata como por ejemplo personas con capacidades diferentes, ancianos mayores de 80 años y enfermos con asistencia respiratoria mecánica.

La información conseguida se incorporó como capas a un geoportal o visor de mapas como se observa en la fig. 4.



Figura 4. Vista del geoportal actualizable y disponible en la web.

Se logra de esta forma disponer de un “tablero de comandos” que integra variables de distintos tipos y es muy útil para tomar decisiones. La única condición que cumplen las capas es que todas estén en el mismo sistema de proyección.

## CONCLUSIONES

El uso de herramientas SIG e IDEs y los resultados obtenidos satisfacen las necesidades generales de planificación, aunque un aspecto trascendental es la formación de capacidades, ya que es necesario que la información colectada se georreferencie y se procese en el sitio de origen para que mantenga su condición de “reciente” y todos los días o al menos semanalmente se actualice el/los escenarios creados y se verifiquen las vigencias de programas y medidas diseñadas. Es necesario destacar que es posible esta actualización por el sistema de “rondas” y/o visitas que realiza APS.

Finalmente se ha logrado incorporar la vulnerabilidad como un sujeto activo que modifica en forma permanente los escenarios de riesgo, obteniendo valiosa información aplicable a la ordenación del

territorio y el diseño de políticas públicas orientadas a infraestructuras que disminuyan las condiciones de vulnerabilidad.

## BIBLIOGRAFÍA

- Blaikie, P., Cannon, T. I. Davis & B. Wisner. *Vulnerabilidad, el entorno social de los desastres*. La Red de Estudios Sociales en Prevención de Desastres en América Latina, La RED/ITDG, Bogotá, 1996.
- Martínez, D. M., Fernández, A.R., Toledo, R., Ciuffolini, M.B., Tefaha, L.M., Domoni, M.S., Pérez, S.I., Jure, H., Gurrieri, M.J., Utz C.L., & G. E. Acevedo. *Evaluación de APS y de redes de servicios de salud: dos miradas de la situación* - 1a ed. - Buenos Aires: Salud Investiga, ISBN 978-987-23940-4-2, 2007.
- Revollo Sarmiento, N. & N.B. Cañizares, *Estudio de viabilidad de migración de entornos propietarios a libres*. Tesina de grado para optar por el título de Ingeniero Informático. Facultad de Ingeniería. Universidad Nacional de Jujuy. Inédita. 2007.
- Valera Prieto, Ll. *Análisis de vulnerabilidad global ante eventos ambientales en la cuenca del arroyo de la Quebrada de los Filtros, Volcán Jujuy*. Tesis de grado de Maestría. Universidad Nacional de La Plata. Inédita, 2010.

## 9.2- METODOLOGIA PARA CONTROL DE EPIDEMIAS

**Ana M. Chalabe<sup>1,2</sup>, Susana A. Chalabe<sup>3,4</sup>, Llanos Valera Prieto<sup>4</sup>, Norma B. Cañizares<sup>3,4</sup> Valeria M. Robles<sup>4</sup>**

(1) Facultad de Humanidades y Ciencias Sociales, Universidad Nacional de Jujuy.  
chalabeana@hotmail.com

(2) Hospital Nuestra Sra. de El Carmen, Provincia de Jujuy. hnscepi@conetti.com.ar

(3) Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Jujuy. chalabe@arnet.com.ar,  
norma\_canizares@hotmail.com

(4) Unidad de Gestión Integrada de Cuencas de la Provincia de Jujuy. UGICH.  
llanivip@gmail.com

## RESUMEN:

Durante sucesivos años la comunidad de El Carmen, Provincia de Jujuy, se vio afectada por inundaciones producto de las precipitaciones de época estival y de un inexistente sistema de desagües, y no era posible diseñar medidas de prevención y mitigación ya que no se disponía de datos confiables, accesibles y sistemáticos. La inexistencia de un sistema de base de datos donde consultar información sobre población más vulnerable como niños, embarazadas, adultos mayores, discapacitados y en definitiva, datos necesarios y suficientes para el diseño de un plan de acción en situación de desastres era notoria. Ante esta situación, el Hospital Nuestra Señora de El Carmen, departamento de El Carmen, Jujuy, cabecera del Área Programática V, inició desde el Servicio de Epidemiología una serie de acciones para enfrentar esta problemática y desde el año 2010 desde este servicio, se registran datos según los criterios de control de epidemia de dengue. La mejora en el manejo de la información fue creciente, situación que llevó a planificar una infraestructura de datos para riesgos y desastres en el área programática, con avances significativos logrados a la fecha de esta presentación.

## INTRODUCCIÓN

El Hospital tiene una capacidad de investigación aplicada reducida, por lo que se establecieron vínculos con la universidad local identificando proyectos que entre sus objetivos tienen el uso de sistemas de información geográficos para la toma de decisiones. Se comienza un trabajo en conjunto con el propósito de utilizar herramientas SIG (Sistemas de Información Geográficos). Se incorporan profesionales y técnicos al grupo de trabajo de la Unidad de Gestión Integrada de Cuencas (UGICH) que dispone de un laboratorio SIG donde se ejecutan distintos proyectos.

De igual forma, el trabajo realizado se integra efectivamente bajo acuerdos de colaboración con el municipio local y este trabajo hizo posible que en el plazo de un año se cuente con una cartografía de riesgo que por sus características está en condiciones de utilizarse ante una situación de desastre.

El control de las epidemias se basa principalmente en disponer rápidamente de la información necesaria para el bloqueo del caso inicial. En el caso de dengue, es necesario contar con los datos históricos de monitoreo focal, baldíos colindantes, población vulnerable y ante un caso sospechoso realizar en un radio determinado, (400 metros), la búsqueda activa de otros casos y las acciones de saneamiento de mayor urgencia.

Esta nueva metodología de control de epidemias, basado en mapas de riesgo es aplicable a cualquier otra situación de coyuntura a nivel local.

## OBJETIVOS

Generar una metodología de trabajo en caso de epidemias, utilizando como herramienta la cartografía de riesgo existente.

## METODOLOGÍA:

El control de la epidemia de Dengue tiene tres fases claramente definidas:

**MONITOREO FOCAL:** En una primera etapa se procedió a realizar una evaluación ambiental con respecto a Dengue, logrando ubicar a cada vivienda familiar en el espacio determinado por 240 manzanas de ciudad. Identificándolas por nombre y apellido del jefe de familia. Estos puntos en el mapa de riesgo se correlacionan con planillas de monitoreo donde se registra, nombre y apellido, número de manzana, sector de atención primaria de la salud, barrio y las características de saneamiento como basura, chatarra, presencia de recipientes, recipientes con agua y en forma específica se busca la presencia del aedes aegyptis, procediéndose al conteo de cada uno de los elementos mencionados.

En forma paralela se confeccionan de igual manera mapas de espacios públicos como baldíos, plazas, escuelas y otros calificándolos con las variables de saneamiento y limpieza descriptos anteriormente.

**BUSQUEDA Y CAPTACIÓN DE CASOS SOSPECHOSOS:** Se controla en forma diaria los registros de temperatura de los pacientes que acuden al servicio de guardia del Hospital Nuestra Señora del Carmen, único hospital de la localidad, registrándose los datos en forma numérica por día, hora y barrio de residencia. Ante el aumento de casos febriles de un barrio o la detección de algún caso sospechoso de dengue se procede al operativo de bloqueo siendo los mapas confeccionados el eje de trabajo para las siguientes etapas, se revisan mapas de años anteriores para evidenciar zonas críticas.

**OPERATIVO DE BLOQUEO DE EPIDEMIA:** Se confeccionan buffers de 200 y 400 metros desde la posición del domicilio del caso sospechoso y se inicia el bloqueo en la zona determinada del buffer desde ocho aspectos:

1. Saneamiento ambiental de espacios verdes, públicos del sector de bloque realizado por el personal de Medio Ambiente Municipal hasta los 400 mts.
2. Operativo de descacharrado especialmente dirigido a las viviendas positivas del área de bloqueo de 200 mts. realizado por personal de Atención Primaria de la Salud y personal de Medio Ambiente Municipal.
3. El personal hospitalario en forma concurrente al operativo de descacharrado procede a la búsqueda de contactos del caso sospechoso, derivándolos a la consulta médica para su evaluación y toma de muestra para determinar de ser positivo tipo de cepa de Dengue presente en la localidad. Se investiga la presencia de febriles en la zona del buffer mencionado.
4. Se identifica personas vulnerables en la zona de estudio: embarazadas, niños menores, ancianos, discapacitados, etc. y se procede a la visita domiciliaria y evaluación.
5. Se intensifica la captación de sospechosos en la guardia hospitalaria. Cada 5 febriles se realiza toma de muestra para serología de Dengue.
6. El Área de Control de Vectores provincial realiza rociado de insecticidas en las casas positivas según el monitoreo realizado en la primera etapa.
7. El servicio de Educación para la Salud concurre a radios FM locales a fin de alertar y dar instrucciones a la población, enfatizando la consulta precoz e informando de síntomas de alarma.
8. Se organiza la mesa de gestión conformada por: Servicio de epidemiología, Atención Primaria de la Salud, Medio Ambiente municipal, Prensa y Difusión del municipio, Policía y Concejo Deliberante. Se realizan evaluaciones diarias de cobertura, resultados, acciones inmediatas y se confecciona un informe diario a las autoridades.

**RESULTADOS:**

Se identificaron 4155 viviendas, caracterizadas según riesgo de Dengue. Se identificaron 16 casos sospechosos. Se aplicó ésta metodología en los 16 casos realizándose el bloqueo en menos de 24 hs. Las ocho etapas descritas anteriormente se desarrollan en un lapso de 6 a 8 horas. Éste método de trabajo, asentado en la utilización de un SIG de riesgos permitió al municipio disminuir de 90 a 16 casos sospechosos de Dengue en un período de tres años. (2010 – 2012).

**CONCLUSIONES:**

La metodología aplicada ( uso de herramientas SIG) dio como resultado el tener información a disposición, útil, optimizada, se logró disminuir costos y poder hacer frente a la situación de coyuntura en forma rápida y eficiente. Se realizan actualmente mapas de riesgo y vulnerabilidades para posibles desastres como inundación, derrumbes y otros para identificar rápidamente a la población más susceptible.

### 9.3- EPIDEMIOLOGÍA ESPACIAL DE LOS TRASTORNOS DE ESTRÉS POSTRAUMÁTICO EN CHILE A PARTIR DEL TERREMOTO DEL 27-F.

**Roberto A. Abeldaño<sup>1</sup>, Ruth Fernández<sup>1</sup>, Juan C. Estario<sup>1</sup>, Julio E. Enders<sup>1</sup>.**

(1) Escuela de Salud Pública, Facultad de Ciencias Médicas, Universidad Nacional de Córdoba.  
abeldano@arnet.com.ar

#### RESUMEN

El 27 de febrero de 2010 ocurrió en Chile un terremoto de una magnitud de 8,3 grados. Las regiones más afectadas fueron O'Higgins, Maule, Bío Bío, Valparaíso, Santiago y Araucanía. El objetivo de este trabajo fue evaluar la presencia de factores de riesgo para los trastornos de estrés posttraumático (TEPT) en los habitantes chilenos.

Se analizó una base de datos secundaria correspondiente a la Encuesta Post Terremoto (EPT 2010, Chile), La muestra de hogares fue de 22.456 y de 75.986 personas. Se realizaron análisis estadísticos descriptivos y representaciones cartográficas.

La prevalencia de TEPT en todo el país fue del 11,1%. Al desagregar por regiones se observaron prevalencias entre el 7% y 24% la región más fue Libertador B. O'Higgins. Se analizaron las prevalencias a un menor nivel de desagregación, como es el nivel provincial en Chile, observándose mayor afectación en la provincia de Concepción (30,1%). Se obtuvo correlación entre prevalencia y distancia al epicentro, y prevalencia e intensidad estimada.

Se puede concluir que a mayor nivel de desagregación espacial se obtuvo mayor precisión de datos epidemiológicos.

#### INTRODUCCIÓN

El 27 de febrero del año 2010 a las 3:30 AM hora local, ocurrió también en Chile un terremoto de una magnitud de 8,3 grados de acuerdo al servicio sismológico chileno, y de 8,8 grados (escala de Richter) de acuerdo al servicio sismológico estadounidense, que tuvo una duración de 2 minutos y 45 segundos. El movimiento sísmico ocurrió en el límite entre las placas tectónicas de Nazca y de Sudamérica, deslizándose la primera por debajo de la segunda placa; el epicentro estuvo localizado a 35 kilómetros de profundidad en la zona costera chilena, aproximadamente a 8 kilómetros de la localidad de Curanipe (perteneciente a la VII Región del Maule), a 105 kilómetros al noreste de la segunda ciudad más grande de Chile (Concepción) y a 335 kilómetros de la capital del país: Santiago; el movimiento telúrico pudo sentirse en varios países del cono sur: Perú, Argentina y Brasil. Luego del terremoto, se generó un tsunami que golpeó en la costa chilena, destruyendo algunas poblaciones que previamente habían sido impactadas por el movimiento telúrico, como resultado del múltiple impacto, el archipiélago Juan Fernández fue completamente devastado por la confluencia de ambos eventos (1,2).

Siendo conocida la prevalencia de Trastornos de Estrés Posttraumático (TEPT) en población chilena antes del terremoto (4,4% en población de mayores de quince años) (3); y aunque el estudio de Leiva-Bianchi (4) determinó la prevalencia de los mismos trastornos post-terremoto en población de la localidad de Constitución, observando un 36% en una muestra de funcionarios educativos de colegios de la localidad y un 20% en funcionarios de la red de atención primaria; se asume que la evidencia en relación a esos trastornos en población general contemplando una muestra

representativa aun es escasa. El objetivo general de este trabajo fue evaluar la prevalencia de trastornos de estrés postraumático en los habitantes de Chile afectados por el terremoto del 27 de febrero de 2010; y describir su distribución espacial.

## MATERIAL Y MÉTODOS

En el presente trabajo se realizó un análisis de una base de datos secundaria correspondiente a la Encuesta Post Terremoto 2010 (EPT 2010), la cual fue aplicada por parte del Ministerio de Planificación de Chile en los meses de mayo y junio de 2010. La EPT 2010 recolectó datos de 22.456 hogares, que correspondieron a un subconjunto de la población entrevistada en la Encuesta de Caracterización Socioeconómica Nacional (CASEN) relevada en 2009.

El tipo de muestreo utilizado por el Ministerio de Planificación fue estratificado por secciones y bi-etápico. El método de estratificación utilizado fue de tipo geográfico, el país se dividió en estratos y entendiendo como tal a la conjunción de división político-administrativa región o provincia en las regiones de Valparaíso, Libertador Bernardo O'Higgins, Maule, Biobío y Araucanía y áreas geográficas urbano/rural, constituyendo en total 67 estratos.

En el presente trabajo se consideró para el análisis la totalidad de la base de datos con un número total de 75.986 individuos distribuidos en las regiones de Valparaíso, Metropolitana (Santiago), Libertador Bernardo O'Higgins, Maule, Biobío, Araucanía y Resto del país.

Para la pesquisa de los trastornos de estrés postraumático se incluyó dentro del cuestionario de hogares, la versión en español de la Escala de Trauma de Davidson (ETD) validada por Bobes (5) Los datos fueron analizados con SPSS y las representaciones cartográficas fueron generadas con gvSIG.

## RESULTADOS

La muestra final quedó conformada por 75.986 personas de las cuales el 48,2% fueron varones y el 51,8% mujeres. La edad media de la muestra fue de 34,48 ( $\pm 21,5$ ) años; la distribución de las edades de acuerdo a los grupos de edades productivas muestra un 68,5% en el grupo de 15 a 64 años.

La representación cartográfica de la prevalencia de problemas de salud que las personas manifestaron padecer en el último mes como consecuencia directa del terremoto o del tsunami se presenta en el mapa 1. Se observa que las mayores prevalencias corresponden a las regiones de Bio Bio, Maule y Libertador B. O'Higgins.

Las prevalencias de trastornos de estrés postraumático fueron calculadas sobre las personas mayores de 18 años que integraron la muestra, ya que el instrumento de medición fue aplicado específicamente en esas personas, quedando conformado el n muestral por 24.983 personas.

La prevalencia fue tratada como una variable dicotómica en donde se asumió como presencia de trastornos de estrés postraumático a un puntaje de 40 o mayor en la Escala de Trauma de Davidson.

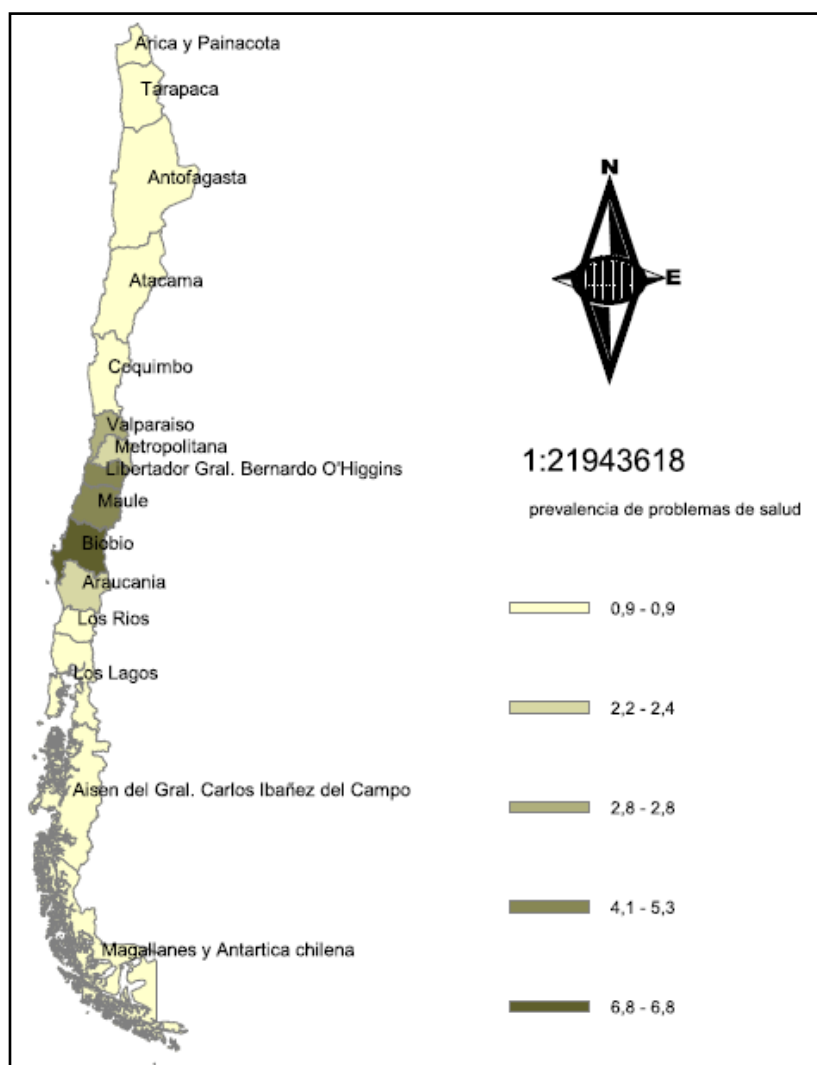
La prevalencia general de TEPT en el país fue calculada en el 11,1%, pero al momento de desagregar por regiones se observaron valores que van del 7% como es el caso de la Región Metropolitana de Santiago hasta el 24% que se observó en la Región de Libertador B. O'Higgins o el 25,5% de la



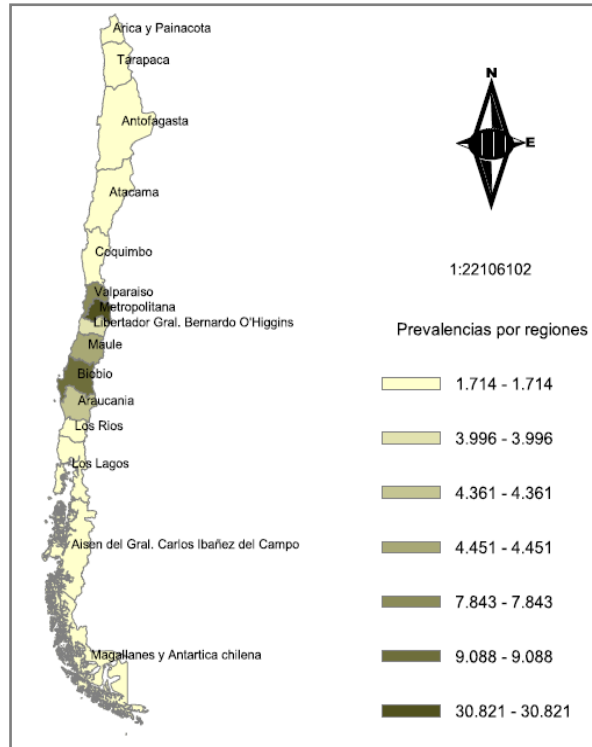
Región de Bio Bio, mientras que las regiones que integraron la categoría de análisis “Resto del País” tuvieron una prevalencia del 4,4%. La distribución espacial de estas prevalencias a nivel de desagregación regional se presenta en el mapa 2.

Se analizaron las prevalencias a un menor nivel de desagregación, como es el nivel provincial en Chile, observándose mayor afectación en las provincias de: Concepción (30,1%), Cardenal Caro (29,1%), Colchagua (28,9%), Arauco (27,5%), Cauquenes (23,5%). La categoría de análisis “Resto del País” en este nivel de descomposición también evidenció un 4,4% de prevalencia de TEPT. La distribución espacial de este nivel de análisis se presenta en el mapa 3.

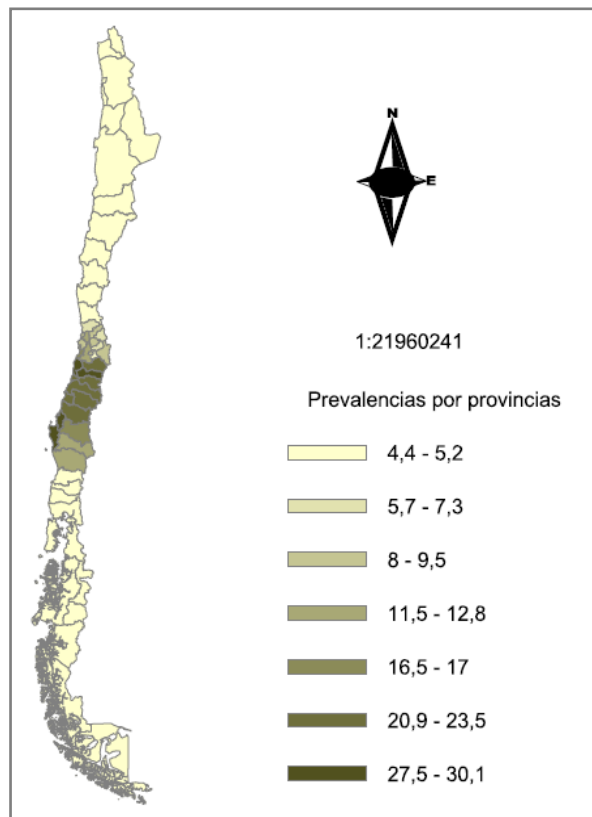
Se indagó también la existencia de correlación entre las prevalencias regionales de TEPT y las distancias (medidas en kilómetros lineales) entre las ciudades capitales de las regiones y el epicentro de acuerdo con las coordenadas reportadas por el Servicio Sismológico de los Estados Unidos: 35.909°S, 72.733°W, encontrándose una correlación negativa moderada entre la distancia hacia el epicentro y la prevalencia observada en cada región ( $r$  de Pearson = -0,63;  $p=0,012$ ). Es decir que a mayor distancia con el epicentro, se observó una menor prevalencia de TEPT en la región en cuestión.



Mapa 1. Distribución de la prevalencia de problemas de salud asociados directamente al terremoto/tsunami, según regiones. Encuesta Pos-terremoto 2010. Mideplan, Chile. n=75.986. Elaboración propia en base a datos de la EPT-2010.



Mapa 2. Prevalencias (expresadas en %) de Trastornos de estrés postraumático según regiones en Chile, posterior al terremoto/tsunami. Encuesta Pos-terremoto 2010. Mideplan, Chile. n=24.983. Elaboración propia en base a datos de la EPT-2010.



Mapa 3. Prevalencias (expresadas en %) de Trastornos de estrés postraumático según provincias en Chile, posterior al terremoto/tsunami. Encuesta Pos-terremoto 2010. Mideplan, Chile. n=24.983. Elaboración propia en base a datos de la EPT-2010.

## DISCUSIÓN

A pesar que los TEPT se observan en un número sustancial de personas expuestas, no todas desarrollarán dichos trastornos, existiendo variaciones en las prevalencias reportadas en la literatura. Por caso, en Taiwan la prevalencia de TEPT reportada fue de 4,4% a tres años del sismo (7), siendo esta sustancialmente menor al 11% observado en Chile (a nivel país), y al 30% observado en la provincia de Concepción, aquí hay que tener en cuenta que el tiempo transcurrido entre el evento y la medición fue más prolongado que lo realizado en el caso Chileno. Las prevalencias halladas en este trabajo son compatibles con lo observado en el año 2007 en el terremoto peruano de la ciudad de Pisco, en donde la prevalencia publicada por el trabajo de Cairo (8) fue del 25,2% de TEPT en población general, utilizando el Harvard Trauma Questionnaire. Por su parte, tras el terremoto y tsunami que golpeó al sudeste asiático diversos estudios reportaron prevalencias variadas de TEPT dependiendo del tipo de población estudiada. Así en el estudio de John (9), a través de los instrumentos validados para el idioma y cultura local, fueron observadas tasas de prevalencia de hasta el 70,7% en el sur de la India, cifra superior a las relevadas en el presente trabajo. Mientras que el trabajo de Neuner (10), quien estudió las prevalencias en sobrevivientes del tsunami en Sri Lanka encontró tasas del 14% al 39% (versus tasas entre el 5%-8% definidas como basales, o pre-tsunami), cifras similares a las encontradas en esta indagación.

Las correlaciones espaciales observadas en este trabajo fueron también observadas en el trabajo de Di Maggio (11), en el ataque terrorista del World Trade Center en setiembre de 2001; en ese trabajo la proximidad al sitio del evento resultó ser un predictor significativo de trastornos de ansiedad en la población. En lo que respecta a la correlación entre el nivel de exposición al trauma (expresado en este estudio por las intensidades de las sísmicas estimadas por el servicio sismológico chileno) y las prevalencias de TEPT encontradas fue ampliamente estudiado en salud mental, y los resultados encontrados aquí son congruentes con la literatura (12,13).

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- U.S. Geological Survey (27 de febrero de 2010). Magnitude 8.8 - Offshore Maule, Chile/. Disponible en <http://earthquake.usgs.gov/earthquakes/eqinthenews/2010/us2010tfan/> Consultado el 10 de noviembre de 2012.
- Organización Panamericana de la Salud (OPS/OMS). El terremoto y tsunami del 27 de febrero en Chile: Crónica y lecciones aprendidas en el sector salud. Santiago; Organización Panamericana de la Salud (OPS/OMS); nov. 2010.
- Pérez C, Vicente B, Zlotnick C, Kohn R, Johnson, J, Saldivia S, et al. Estudio epidemiológico de sucesos traumáticos, trastorno de estrés post-traumático y otros trastornos psiquiátricos en una muestra representativa de Chile. *Salud Mental*. 2009; 32: 145-153.
- Leiva-Bianchi M. Relevancia y prevalencia del estrés post-traumático post-terremoto como problema de salud pública en Constitución, Chile. *Rev. salud pública*. 2011 Aug; 13(4): 551-559.
- Bobes J, Calcedo-Barba A, García M, François M, Rico-Villademoros E, González MP, Bascarán MT, Bousoño M y Grupo español de trabajo para el estudio del trastorno por estrés postraumático. Evaluación de las propiedades psicométricas de la versión española de cinco cuestionarios para la evaluación del trastorno de estrés postraumático. *Actas Esp Psiquiatr* 2000; 28(4): 207-18.
- Universidad de Chile, Departamento de Geofísica, Servicio Sismológico. Informe de Sismo Sensible. Consultado en 31-01-2013. Disponible en <http://ssn.dgf.uchile.cl/events/sensibles/2010/02/20100227063428.html>
- Wu HC, Chou P, Chou FH, Su CY, Tsai KY, Ou-Yang WC, Su TT, Chao SS, Sun WJ, Chen MC. Survey of quality of life and related risk factors for a Taiwanese village population 3 years post-earthquake. *Aust NZJ Psychiatr*.y 2006 Apr;40(4):355-61.

- Cairo JB, Dutta S, Nawaz H. The prevalence of posttraumatic stress disorder among adult earthquake survivors in Peru. *Disaster Medicine and Public Health Preparedness*. 2010; 4: 39-46.
- John PB, Russell S, Russel PS. The prevalence of posttraumatic stress disorder among children and adolescents affected by tsunami disaster in Tamil Nadu. *Disaster Manag Response*. 2007 Jan-Mar;5(1):3-7
- Neuner F, Schauer E, Catani C, Ruf M, Elbert T. Post-tsunami stress: a study of posttraumatic stress disorder in children living in three severely affected regions in Sri Lanka. *J Trauma Stress*. 2006 Jun;19(3):339-47.
- DiMaggio C, Galea S, Emch M. Spatial proximity and the risk of psychopathology after a terrorist attack. *Psychiatry Res*. 2010 March 30: 176(1): 55-61
- Roberts B, Ocala K, Browne J, Oyok T, Sondorp E. Factors associated with post-traumatic stress disorder and depression amongst internally displaced persons in northern Uganda. *BMC Psychiatry*. 2008; 8: 38.
- Sabin M, Lopes Cardozo B, Nackerud L, Kaiser R, Varese L. Factors associated with poor mental health among Guatemalan refugees living in Mexico 20 years after civil conflict. *JAMA*. 2003; 290:635-42.

#### **9.4- HEALTH EFFECTS FROM EXPOSURE TO ATMOSPHERIC DUST AND OTHER PARTICULATES DEFINING THE RISKS FROM A MEDICAL GEOLOGY PERSPECTIVE**

##### **JOSE A. CENTENO**

The Joint Pathology Center, Division of Biophysical Toxicology, Malcolm Grow Medical Clinic, Joint Base Andrews Air Naval Facility, Washington DC  
Email: jose.a.centeno@us.army.mil

**Abstract:** It has been estimated that as much as 2 billion tonnes of dust is entrained in the atmosphere per annum. Exposure to dust in the open environment is usually accepted as a fact of life, while exposure to dust in the workplace is regulated to a greater or lesser degree in many countries. While the impacts of dust from industrial processes on human health is well recognized and widely regulated, less attention has been paid to dust from geological sources and to less visually obvious finer particulates. This is, perhaps, due to information being widely scattered in scientific papers with few, if any, widely accessible syntheses of the key facts. Also, research is in many respects at an early stage because of practical difficulties of observing, monitoring and sampling diffuse aerosols in the complexly moving atmospheric column. However, dust performs an important function in the atmosphere, with individual particles acting as nucleation centers for droplets that become precipitation (rain, snow etc) that is essential to life and geomorphological processes. Deposited dust may also, in time, add beneficially to soil formation. There is a need to promulgate present knowledge more widely and to identify matters that need more research in order to address the impacts on people, agriculture, livestock and the natural environment. An important step in elucidating the role of atmospheric dusts and health is to facilitate cooperation among, environmental scientists, medical specialists (including epidemiologists, pathologists, toxicologists), and earth scientists to characterize the properties of contaminants, their dispersal, and the toxicological pathways of the elements they transport. Of relevance is the emerging field of Medical Geology which is aimed at assessing the impacts of natural environmental risk factors and

processes on animal and human health. This presentation stresses the global scale of the problem, which is under-evaluated and under-reported in terms on environmental management and health implications.

[1] Centeno JA. J Environ Monit 2008;10:266.

[2].Centeno JA. Interciencia 2008;33(3):169-171.

[3].Selinus O. Alloway B, Centeno JA, et al. Elsevier and Academic Press, 2005.

**Keywords: dust, particulate matter,**

## **9.5- PROGRAMA DE INVESTIGACIÓN EN GEOLOGÍA MÉDICA. UNA PROPUESTA DE INTEGRACIÓN DE LAS CIENCIAS DE LA SALUD Y LAS CIENCIAS BÁSICAS Y DEL AMBIENTE: SUMANDO ESFUERZOS PARA LA REDUCCIÓN DE RIESGOS Y EL DESARROLLO SOSTENIBLE.**

**Mutti Diana, Fridman Diego**

Instituto de Geociencias Básicas, Aplicadas y Ambientales de Buenos Aires – UBA - CONICET Área Geología Minera Sustineo - UBA. Pabellón II, Depto. de Ciencias Geológicas, Ciudad Universitaria. Buenos Aires, Argentina - diana.mutti@yahoo.com.ar diegofridman@yahoo.com

### **INTRODUCCIÓN**

La Geología Médica es la disciplina que estudia el impacto de los procesos y materiales geológicos en la salud de las personas, además de los surgidos de la cadena generada por procesos antrópicos. Si bien esta rama del conocimiento, recientemente ha recibido el nombre “Geología Médica”, su aplicación se conoce desde la antigüedad. Textos antiguos chinos, egipcios o griegos describen tanto los beneficios terapéuticos de los minerales como los problemas de salud por ellos causados. La ley básica de la toxicología propuesta por primera vez por Paracelso (1493-1541) dice: “...todas las sustancias son venenos; no hay ninguna que no lo sea. La dosis correcta diferencia un veneno de un remedio...”.

A continuación se describe el programa de investigación en geología médica que comenzó en 2013.

### **OBJETIVOS DEL PROGRAMA DE INVESTIGACIÓN**

- Generar un espacio de trabajo que permita la interacción de investigadores de las ciencias del ambiente (ciencias naturales, principalmente Geología), de la salud y humanísticas, para desarrollar proyectos de investigación orientados a estudiar el impacto en la salud de los seres humanos, de los procesos naturales y/o antrópicos vinculados con recursos naturales no renovables y renovables, y su interacción con el ambiente.
- Colaborar en la difusión de los conocimientos adquiridos, mediante actividades docentes e interacción con la comunidad.
- Asesorar y asistir a entidades públicas y/o privadas sobre temas relacionados con la geología médica.

### **FUNDAMENTOS**

Establecer un vínculo determinante entre elementos geológicos y sus efectos sobre la salud plantea dificultades metodológicas que pueden ser abordadas desde una perspectiva interdisciplinaria que

incorpore la visión de las ciencias de la salud y del ambiente, además de las humanísticas. Argentina y América Latina en su conjunto, poseen extensos territorios con diversidad de escenarios geológicos que deben ser estudiados con una visión integradora para colaborar en el desarrollo territorial sostenible. La vinculación del conocimiento con la solución de problemas concretos redundará en la mejora de la calidad de vida de la población.

### **ANTECEDENTES**

En Argentina, a partir del año 2011 se incorporó en el postgrado de Geología Minera de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad de Buenos Aires, la materia de Geología Médica, convirtiéndose en la primera carrera en el país que cuenta con esta rama de especialización geológica, en medicina y antropología.

Asimismo, a partir del año 2010, la Argentina se incorporó a la Asociación Internacional de Geología Médica (IMGA): <http://www.medicalgeology.org/>, a través del Capítulo Argentino.

### **SEDE PARA SU DESARROLLO**

El Programa se desarrollará en el IGEBA (Instituto de Geociencias Básicas, Aplicadas y Ambientales de Buenos Aires) Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, UBA, Pabellón II, Depto. de Ciencias Geológicas, Ciudad Universitaria y en el Área de Geología Minera y la Especialización en Minería Sustentable.

### **PRINCIPALES LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN**

- 1 La identificación y caracterización de las fuentes naturales y antropogénicas de materiales nocivos en el ambiente.
- 2 La identificación y caracterización de las fuentes naturales de los materiales beneficiosos para la salud y su distribución en el ambiente.
- 3 La predicción del movimiento y alteración de las fuentes portadoras de los elementos químicos y/o minerales, agentes infecciosos y otros factores causantes de enfermedades a través del tiempo y el espacio y la definición de las pautas de distribución anormales de los elementos y sus reglas.
- 4 El estudio de la exposición de la población a los materiales naturales y su impacto en la salud, así como el análisis de estrategias para minimizar y/o evitar la exposición a los materiales potencialmente dañinos a la salud.
- 5 Los mapeos de las fuentes naturales de materiales y geoquímicas, con el objetivo de diseñar líneas de base aplicables a la organización de territorios, aspectos de la vulnerabilidad social y ambiental. Biodiversidad (calidad del recurso agua, suelo, atmósfera, flora, fauna).
- 6 El estudio de los biominerales y sus implicancias; y la biomineralización perjudicial (litiasis humanas).
- 7 La generación de indicadores de evaluación y monitoreo que posibiliten guiar acciones longitudinales en el tiempo, de tal modo que permitan monitorear y evaluar cambios sanitarios a nivel poblacional.
- 8 El estudio e ingeniería aplicados al impacto ambiental relacionado con la extracción y tratamiento de minerales y rocas
- 9 La contribución con la ecología rural y urbana.

### **CONCLUSIONES**

En América Latina existe una creciente necesidad de abordar de manera integrada aspectos relacionados con la salud de las poblaciones en virtud de su interacción con el ambiente. Se espera que el desarrollo del programa de investigación en geología médica colabore en el estudio de la reducción de riesgos y el desarrollo sostenible, e integre las distintas miradas de esta entidad compleja.

## **SIMPOSIO 10 LA RECONSTRUCCIÓN Y RESILIENCIA FRENTE A RIESGOS DE DESASTRE**

### **10.1- MEDIDAS DE AUTOSUFICIENCIA SOCIAL ANTE EL PELIGRO SÍSMICO. CASO DE ESTUDIO: DPTOS. DE ULLUM Y ZONDA, PROVINCIA DE SAN JUAN.**

**Graciela M. Suvires<sup>1y2</sup> y Lucía A. Gamboa<sup>2</sup>**

(1)CONICET , (2)INGEO, UNSJ, FCFN. Avda. Ignacio de la Roza esq. Meglioli. J 5400  
San Juan. Argentina - Graciela\_suvires@yahoo.com.ar, lgamboa@unsj-cuim.edu.ar

#### **RESUMEN**

El área de Ullum-Zonda que se encuentra comprendida en la región sismotectónica de Precordillera, provincia de San Juan, en el centro oeste de Argentina, es una depresión tectónica que contiene dos núcleos poblacionales: Villa Ibañez y Villa Basilio Nievas además de varios sitios recreativos. El trabajo intenta contribuir a la construcción de una visión integradora entre el riesgo sísmico y la población en riesgo con el objetivo de proponer lineamientos de mitigación ante el desastre ocasionado por un terremoto. Se procedió a la búsqueda y selección de registros sísmicos, entre VI y IX grados Mercalli, ocurridos en el centro oeste argentino (La Rioja, San Juan y Mendoza) en el período 1782-2012; confección de cartografía actualizada de la estructura geológica de subsuelo y de superficie de la depresión Ullum-Zonda, con el apoyo de antecedentes y de imágenes satelitales (Google Earth y Landsat TM); elaboración de fichas de infraestructuras y servicios existentes en la región; análisis de material de Planes de Prevención Sísmica en existencia; y finalmente propuesta de lineamientos de prevención para aumentar la resiliencia social ante el desastre sísmico. Se brindan medidas de mitigación bajo la consigna: “Alerta sismo, protégete a ti mismo” para la gestión de riesgos.

#### **INTRODUCCIÓN**

Los Departamentos Ullum y Zonda con sus núcleos poblacionales rurales y suburbanos se desarrollan en una depresión tectónica con evidencias de actividad sísmica actual, ubicada entre los paralelos de 31° 27' S al norte y 31° 32' S al sur y los meridianos de 68° 38' O al este y 68° 42' O al oeste. Los diferentes estudios geológicos, estructurales, neotectónicos, sociales y urbanísticos existentes apuntan hacia la confirmación de esta realidad sísmica, no obstante siguen siendo pocos aquellos estudios que permitan traspasar los límites de cada especialista y abordar la problemática desde el punto de vista interdisciplinar. Desde el sector educativo, en este caso particular universitario, la prevención del riesgo de desastre debe ser abordada como un factor multiplicador del conocimiento, mediante su identificación y caracterización y la divulgación de medidas de prevención. El presente trabajo pretende incursionar en la construcción de vínculos entre la población en riesgo, el estamento académico científico de las universidades y gobiernos, planteando algunas acciones conjuntas de prevención y mitigación de sus efectos en la sociedad. Se analiza el riesgo sísmico existente a través de información bibliográfica existente y de la actualización de un mapa estructural con estructuras profundas y la elaboración de un mapa de estructuras superficiales. Asimismo el estudio consta de un análisis de algunos aspectos de la sociedad, como calidad de las viviendas, infraestructura existente y número de pobladores y

espacios de recreación. Los resultados permiten ofrecer una serie de medidas preventivas para minimizar los efectos de un desastre por riesgo sísmico. Si bien existen un Manual de Prevención sísmica, adiestramiento (2012, INPRES) se incorporan otros lineamientos para la emergencia. Asimismo, el análisis de registros históricos e instrumentales evidencia la sismicidad de la región a corto plazo, no obstante sirven como efectuar una evaluación aproximada del peligro de terremotos y minimizar sus efectos en la población afectada. La finalidad de la presente es contribuir a la concientización del riesgo de desastre sísmico y atenuar los efectos del desastre mediante medidas familiares de contingencia. Este plan de prevención sísmica complementa a todos los anteriores brindados por organismos nacionales.

## ANTECEDENTES

La región oeste de Sudamérica posee una compleja morfología, con un margen occidental activo, representado por una topografía y sismicidad típicas debido a la deriva de las placas de Nazca, Antártica y Sudamérica. Esta convergencia comenzó hace aproximadamente 200 millones de años con la subducción de las placas oceánicas por debajo de la continental, con pendiente hacia el este, con un desplazamiento al oeste del contacto océano-continente a una velocidad absoluta de 2.2 cm/año (Uyeda y Kanamori, 1979). El peligro o amenaza sísmica, de una región, queda definido como la probabilidad de ocurrencia de sismos de una cierta magnitud en un área geográfica específica durante un intervalo de tiempo determinado e involucra aceleraciones del suelo por encima de un cierto umbral especificado. Su estudio se basa en la sismología histórica, los registros sismográficos y las evidencias geológicas de la zona (Ayala Carcedo, 2012). Entre los 28° y 32° S se reúne una serie de factores geológicos y tectónicos que aparentemente se relacionan con la sismicidad superficial. Este ambiente de intraplaca es un sitio donde se pueden ubicar y definir en forma certera las principales fuentes sismogénicas, las que muestran distintos grados de actividad. Esta región se caracteriza también por la horizontalidad actual de la Placa de Nazca y por concentrar gran parte de las deformaciones cuaternarias conocidas en la Argentina. Por lo general estas son fallas subparalelas de rumbo general meridional. En esta región se produjeron algunos terremotos destructivos más importantes del país, asociados a rupturas superficiales, ver registro de sismos, INPRES como los terremotos de 1894 (M 8.2), 1944 (M 7.4) y 1977 (M 7.4). A los 32°, las principales deformaciones cuaternarias se representan por fallas y pliegues anticlinales cuaternarios, con una elevada sismicidad pero sin evidencias claras de ruptura superficial durante los terremotos que afectaron la región, con excepción de la falla La cal, Mendoza, durante el terremoto de 1861 (M 7.1).

## METODOLOGÍA

Este trabajo se realizó en forma sistemática y secuencial de las siguientes actividades: Búsqueda y selección de registros sísmicos históricos de los Andes Centrales; confección y actualización de la geología estructural de superficie y profundidad del área de estudio; confección de fichas de relevamiento de indicadores sociales y turísticos (servicios y calidad de la construcción de viviendas, número de habitantes, establecimientos educativos, puestos y centros de salud, hospitales, aeropuerto, vías de comunicación, vías artificiales de irrigación, embalses, diques, otros); análisis de los actuales Manuales de Plan de Prevención sísmica elaborados por INPRES para estas regiones sísmicas, y finalmente sobre la base de aquellas áreas de mayor vulnerabilidad al desastre, se propone un Plan de Medidas de Autosuficiencia familiar (PAF) preventivo para el caso en que el desastre se produzca y la ayuda médica y general demore. La consigna utilizada es: ¡Alerta sismo, Protégete a ti mismo! Este plan es planteado por los autores como una medida preventiva de autosuficiencia social ante un desastre y como medida de mitigación ante los posibles efectos de un



terremoto catastrófico y aislamiento de la región. Los departamentos de Ullum y Zonda se insertan en un oasis secundario cuyos servicios dependen mayoritariamente de los suministros de la ciudad capital de San Juan, ubicada a 25 km. de distancia hacia el E y luego de trasponer el frente orogénico de la sierra Chica de Zonda (Figura1).

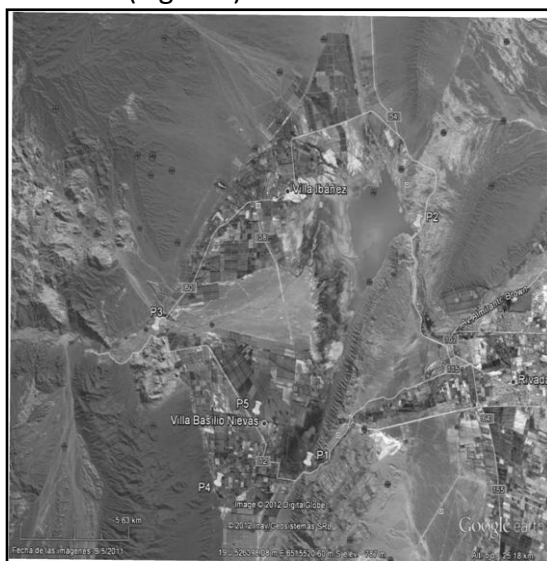


Figura 1.- Ubicación del área de estudio. Imagen extraída de Google Earth 2012. Círculos indican ocurrencia de sismos de intensidad superior a 4 en escala Mercalli.

## RESULTADOS

### ***Búsqueda y selección de registros sísmicos históricos.***

De la lista de terremotos argentinos publicada por INPRES, 2012, se seleccionaron aquellos con ubicación geográfica los Andes Centrales, involucrando las provincias de San Juan, La Rioja y Mendoza. El análisis de estos registros permite observar la ocurrencia de 30 terremotos en un lapso de 230 años en el territorio de los Andes Centrales, con una intensidad entre VI a IX grados Mercalli, 12 de los cuales afectaron directamente el área de San Juan. Sus efectos fueron destructivos, desde incipientes, parciales hasta totales, Tabla 1.

Descripción	Latitud	Longitud
27 octubre 1804, SAN JUAN- MENDOZA: Reportado por el Observatorio de El Salto-Chile.. Intensidad estimada VI grados Mercalli.	-31,8	-67,9
27 octubre 1894, SAN JUAN: El terremoto de mayor magnitud de la historia en Argentina, afectó el noroeste de San Juan, causó daños y víctimas en San Juan y La Rioja. Daños menores en Catamarca, Córdoba, San Luis y Mendoza. La intensidad máxima fue de IX en la escala Mercalli.	-29,8	-69
3 de julio de 1941, SAN JUAN: Ocasiónó daños y un número reducido de víctimas en los departamentos del este de la provincia, especialmente en Caucete y 25 de Mayo. Se reportaron daños menores en Albardón, Angaco y Sarmiento. Se estimó una intensidad de VII grados Mercalli.	-31,8	-67,8
15 de enero de 1944, SAN JUAN: Destruyó la provincia de San Juan y departamentos vecinos. Causó alrededor de 10.000 muertos sobre una población de 90.000 habitantes. También ocasionó daños en el norte de la provincia de Mendoza. La intensidad máxima del terremoto fue de IX grados de la escala Mercalli.	-31,4	-68,4
11 de junio de 1952, SAN JUAN: Afectó los departamentos de Pocito, Zonda y Ullum. Los daños más importantes se registraron en las localidades de El Abanico, Villa Aberastain y La Rinconada en Pocito; también en Carpintería y el pueblo de Zonda. Se estimó una intensidad de VIII grados Mercalli.	-31,6	-68,6
10 de noviembre de 1966, SAN JUAN: Afectó la localidad de Media Agua, fue sentido fuerte en San Juan y norte de Mendoza. Se reportaron daños menores en las construcciones tales como grietas en las paredes. El sismo causó gran confusión y pánico en la población. Tuvo una intensidad de VI en la escala Mercalli.	-31,95	-68,4
26 de septiembre de 1972, SAN JUAN: Produjo leves daños en la localidad de Mogna, causando derrumbes en los faldeos de los cerros cercanos a esta población. El sismo fue sentido en San Juan, Mendoza, San Luis y sur de La Rioja; con menor intensidad en Córdoba. Su intensidad máxima fue de VI grados Mercalli.	-30,907	-68,21

23 de noviembre de 1977, SAN JUAN: Destruyó las construcciones del Dpto. Caucete, la duración del terremoto superó largamente el minuto en su fase destructiva. Causó la muerte de 65 personas y más de 300 heridos graves. Afectó los departamentos de 25 de Mayo, Sarmiento, Pocito y norte de Mendoza, donde las construcciones de adobe fueron destruidas en más de un 50%. La intensidad máxima del sismo fue IX grados Mercalli.	-31,041	-67,764
6 de diciembre de 1977, SAN JUAN: Fuerte réplica del terremoto de Caucete, del 23 de noviembre, produjo daños en las ya debilitadas construcciones de Caucete y departamentos vecinos. Su intensidad fue de VI grados en la escala Mercalli.	-31,238	-67,901
17 de enero de 1978, SAN JUAN: Réplica del terremoto del 23 de noviembre de 1977, sentida muy fuerte en toda la provincia. Produjo daños menores en el departamento Albardón. Fue sentido con una intensidad de VI grados en la escala Mercalli.	-31,251	-67,998
8 de junio de 1993, SAN JUAN: Fue sentido fuerte en varias localidades de las provincias de San Juan, Mendoza y en Illapel (Chile), ocasionó daños leves en el departamento Calingasta (San Juan). La intensidad del sismo fue estimada en VI grados Mercalli.	-31,56	-69,234
30 de octubre de 1993, SAN JUAN: Afectó la localidad de Barreal, departamento Calingasta (San Juan), causó gran alarma en la población que vive en el valle de Calingasta como así también los pobladores del valle de Uspallata en Mendoza. Fue sentido también en Córdoba y San Luis. El mismo tuvo una intensidad de VI grados Mercalli.	-31,704	-68,232

Tabla 1: Terremotos históricos y daños ocurridos en la región de los Andes Centrales de la República Argentina entre 1782 y 2012, provincia de San Juan. Datos INPRES, 2012.

### **Actualización de cartografía geológica estructural con datos de subsuelo y superficies. Fig. 2.**

El área de estudio, valles de Ullum y Zonda pertenece a la *región sismotectónica de Precordillera*. Este concepto de regiones sismotectónicas fue utilizado por primera vez por Bastias (1986) para el noroeste argentino y en el estudio del peligro sísmico de las provincias de San Juan (Bastias *et al.* 1990) y Mendoza (Bastias *et al.*, 1993). En la región centro-oeste argentina, los autores citados interpretan que estos lineamientos son bordes o límites transicionales entre regiones corticales que muestran diferentes aspectos morfoestructurales, llegan a clasificar tres zonas de norte a sur: Región sismotectónica de los Llanos de La Rioja; Región sismotectónica Precordillera y Región Sismotectónica Surmendocina. La región de Precordillera, abarca prácticamente toda la provincia de San Juan y la porción septentrional de Mendoza, presentando una evidente relación estructural-sismicidad y es ahí donde ingresa este estudio. El límite oeste se considera a partir de criterios morfológicos y estructurales más que sismológicos. Dicho límite coincidiría con la depresión Macho Muerto –Valle del Cura y su posible continuidad con el valle Patillos norte y el valle del río Blanco (Bastias, 1986). La unidad sismotectónica de Precordillera está integrada por varias provincias geológicas, de acuerdo con el concepto que las define como regiones con características sedimentológicas y estructurales propias, entre las que se mencionan como relieves positivos las sierras de Valle Fértil-La Huerta, sierra de Pie de Palo, Precordillera y parte de Cordillera Frontal. Los relieves deprimidos se ubican como formas alargadas en sentido norte sur entre las áreas positivas y se encuentran cubiertas por grandes espesores de sedimentos neógenos. Las más importantes son las depresiones de Bermejo-río Desaguadero, valle del Tulum, Matagusanos, Acequiión e Iglesia-Uspallata. Esta región de Precordillera posee numerosos sistemas de fallamientos que afectan a depósitos recientes con evidencias superficiales. Los núcleos poblacionales de Ullum y Zonda se encuentran en el corredor tectónico longitudinal de Matagusanos, Zonda, Maradona y Acequiión, marginado hacia el este por el sistema de fallamiento de la Precordillera Oriental, observable en Fig. 2. El Corredor tectónico Matagusanos-Maradona-Acequiión es una depresión longitudinal intermontana con sucesiones de barreales elongados meridionalmente. Comenzando al norte por el semibolsón de Matagusanos, sucediéndose hacia el sur por el abanico del río San Juan en Zonda, donde se encuentra el embalse de Ullum, luego sigue hacia el sur a veces en forma interrumpido por divisorias de aguas hasta llegar a Acequiión. Separa dos ambientes estructurales diferentes, uno oriental donde las fallas poseen escarpas con la cara libre al oeste y otro occidental donde las escarpas miran al este. La inversión de estas estructuras se produce a escasos 1,5 km al este de los cordones montañosos de Precordillera central. En este corredor se diferencian secciones con actividad tectónica cuaternaria, particularmente en el bolsón de Matagusanos por el norte y en el Puesto Maradona hacia el sur, según el INPRES (2012).

Algunas de las principales estructuras de subsuelo de la zona coinciden con las estructuras superficiales indicando actividad de fallamiento antiguos con evidencias de movimiento actual. En la Figura 2 se observa la coexistencia de tres direcciones estructurales principales: una NNE\_SSO (falla Villicum-Zonda), otra ENE-OSO (falla que cruza el valle desde el cerro Blanco hacia el embalse de Ullum) y finalmente una tercera NNO-SSE de estructuras de subsuelo plegadas anticlinales y sinclinales. Estas habrían facilitado la basculación del piso del valle de Zonda y Ullum.

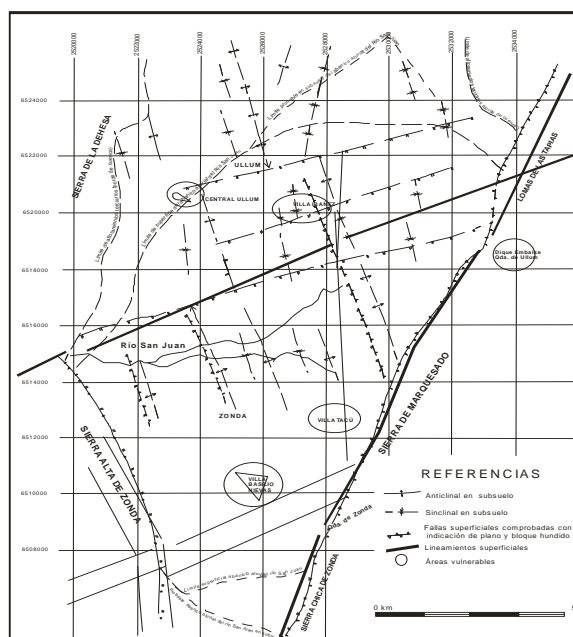


Figura 2. Geología estructural de superficie y subsuelo de los valles de Zonda y Ullum. Los óvalos marcan las zonas de mayor vulnerabilidad social e infraestructural. (Actualizado por Suvires y Gamboa, 2012, de Zambrano, 1983)

### **Relevamiento de infraestructura y servicios.**

El relevamiento de servicios e infraestructura efectuado en los Departamentos Zonda y Ullum se sintetizan en la Tabla adjunta 2.

La ausencia de servicios básicos como hospitales, centros de atención de salud de mediana complejidad, servicios cloacales, presencia de viviendas de materiales sismorresistentes, pobreza, educación primaria y otros indicadores, señalan a esta población como de alta vulnerabilidad ante un desastre sísmico. De aquí surge inmediatamente la imperiosa necesidad de prevenir e informar a los pobladores para aumentar su resiliencia ante la ocurrencia de un terremoto con medidas preventivas a realizar dentro del ámbito familiar. De acuerdo a datos censales 2010, la población de Ullum es de 2550 varones y 2432 mujeres en 1507 viviendas, y para Zonda 2404 varones y 2361 mujeres en 1537 viviendas, sin especificar calidad de construcción, ambas poblaciones carecen de red domiciliar de gas. Los datos de Censo 2001 indican una población mayor de 10 años, ampliamente alfabetizada (97%), siendo la calidad de las viviendas en aproximadamente un 30% no sismorresistente. Entre ambos censos hubo un incremento considerable más del 50% en la cantidad de viviendas.

RELEVAMIENTO		SI	NO
INFRAESTRUCTURA	Caminos de Acceso	x	
	Red de Calles	x	
	Alumbrado Público	x	
	Agua Potable	x	
	Energía Eléctrica	x	
	Parques y plazas publicas	x	
	Hospitales		x
	Puestos sanitarios	x	
	Señalización	x	
SERVICIOS	Teléfono	x	
	Transporte	x	
	Televisión por cable		x
	Televisión satelital	x	
	Internet		x
	Estaciones de servicio		x
ACCESO	Ruta nacional		x
	Ruta provincial N° 12	x	

Tabla 2: Infraestructura, servicios y accesos de la región bajo estudio.

### PLAN DE PREVENCIÓN SÍSMICA (PPS)

#### ***Análisis de los Manuales de Plan de Prevención sísmica elaborados por INPRES.***

Un PPS es el conjunto de medidas y acciones que se deben implementar con anterioridad a la ocurrencia de un terremoto, con el fin de eliminar o disminuir el impacto sobre la población, los bienes, los servicios y el ambiente. Debe ser elaborado para cada establecimiento en particular: escuelas, hospitales, teatros, cines, conjunto habitacional, hogar, etc. Este Plan debe ser ampliamente difundido y conocido por todas aquellas personas que viven u ocupan los edificios mencionados. En el Plan deben estar asignadas las personas responsables a las tareas de control y corte de las llaves e instalaciones de servicio: luz, gas, agua, etc.

En el análisis efectuado sobre las medidas actuales de los PPS se observa que ante un desastre, la principal preocupación son los niños y jóvenes en los colegios, o por el habitante en situación fuera de su núcleo familiar. Sin embargo, se considera que la prevención debe llegar a cada ciudadano en particular. Es razonable pensar que cualquier habitante que al momento del desastre esté fuera del hogar intentará regresar a su refugio familiar, por ello nuestra atención es particularizada hacia ese sector, brindando consejos a las familias para sobrevivir hasta que llegue la ayuda en un caso de desastre. La reducción del Riesgo de Desastres en estas regiones de Argentina, debe incluir planes de gestión de riesgos a Organismos y sectores educativos encargados de enseñar y difundir estos lineamientos.

En la actualidad, los planes de Prevención sísmica consisten mayoritariamente en un conjunto de medidas y acciones que se implementan con anterioridad a la ocurrencia de un terremoto (presísmico) con el fin de eliminar o disminuir el impacto sobre la población, los bienes, los

servicios y el ambiente ante el evento sísmico. En el marco de la provincia de San Juan existen Planes de Emergencia sísmico escolar promovidas por el Gobierno y entes como el INPRES, 2010. Estos planes apuntan al accionar de los agentes involucrados dentro del establecimiento escolar, antes de un sismo, durante y después. Existen listados de medidas en el manual de Prevención sísmica (Ministerio de Educación e INPRES, 2012) que apuntan a cortar el suministro transitorio de fuentes de energía (gas y electricidad) y agua.

No obstante un análisis detallado de estos planes permite observar debilidades si se piensa que en poblaciones como las de estudio la asistencia sanitaria e insumos alimenticios depende en gran medida de la ciudad capital. En este caso, el poner en práctica algunas de las recomendaciones elaboradas podría surtir un efecto positivo inmediato, aumentando la resiliencia de las familias de la zona. Ahora bien, cabe entonces preguntar: ¿si la ayuda no llega a tiempo en 36 horas después del siniestro, en temperaturas extremas de calor o de frío, cómo entonces se ayudaría a estos pobladores que carecen de hospitales, puestos sanitarios, personal auxiliar médico, hipermercados, y agua para consumo?.

La población de estos valles podría quedar temporalmente aislada a pesar de su proximidad a la ciudad capital dado que sus accesos coinciden con la ubicación de la presa Embalse Ullum y el Dique nivelador Soldano.

El impacto de un desastre en esta población rural y suburbana sería alto, por las condiciones de pobreza de la población y por la deficitaria calidad de los materiales de construcción de las viviendas.

Algunas medidas sugeridas por estos organismos son antes del sismo: Revisar los tendidos eléctricos, red de agua, gas, tanques de reserva, otros, a fin de corregir aquellas situaciones que presenten un peligro potencial ante un sismo; conocer los mecanismos que interrumpen los servicios mencionados; contar con un botiquín móvil de primeros auxilios con los medicamentos debidamente identificados; colocar en dicho botiquín la lista de alumnos de cada uno de los grados, la que deberá mantenerse actualizada.; asegurar los objetos pesados que se puedan caer; señalar la ubicación de extintores, botiquines, rutas de evacuación y salidas; tener a mano los teléfonos y direcciones de hospitales, bomberos, policía, defensa civil, a los cuales pueda solicitar ayuda; acondicionar mecanismos para suspender fácilmente el suministro de energía eléctrica, gas y otros servicios. Enseñar al grupo familiar cuáles son y cómo funcionan; entre otros.

Algunas medidas después de un sismo: Tratar de resolver sus problemas, la ayuda puede tardar en llegar; No caminar descalzo, ni a oscuras, transmitir tranquilidad; Verificar las condiciones físicas de sus familiares o allegados; No utilizar luz, gas o agua hasta verificar el correcto funcionamiento; No mover heridos, salvo que haya peligro de derrumbes; No utilizar servicios médicos, hospitalarios, vías de transporte, teléfonos, bomberos, si no son estrictamente necesarios; Evitar usar ascensores; Cuidar el agua; Obedecer las instrucciones de Defensa Civil y fuerzas de seguridad.

Los efectos inmediatos del terremoto puede ocasionar heridos con lesiones desde leves escoriaciones hasta lesiones graves por aplastamiento. Los docentes deben saber cómo proceder en los diferentes casos que se pueden presentar, ya que la curación de los accidentados depende fundamentalmente de la atención inicial que reciban. Pueden haber: Traumatismos craneo-faciales, traumatismos de tórax y abdomen; traumatismos de las extremidades superiores e inferiores;

quemaduras; lesiones por asfixia; pérdidas de conocimiento; irritabilidad; depresión, trastornos gastrointestinales, otros.

**Propuesta de plan de autosuficiencia social (PAS): “Alerta sismo, protégete a ti mismo”.**

Del análisis efectuado en los actuales manuales que contienen PPS se observa que se pueden ampliar los lineamientos, dado que ocurrido el terremoto y el desastre, y frente a una situación de carreteras bloqueadas de acceso o de evacuación desde los departamentos Zonda y Ullum, comunicaciones telefónicas y otras interrumpidas; hospitales colapsados en los centros urbanos más próximos de la capital de San Juan; colapso de salas de atención médica; la ayuda quedaría circunscripta a tan solo la capacidad de respuesta del núcleo familiar y de los vecinos o uniones vecinales ante el desastre.

Se sugiere entonces recomendar las siguientes medidas preventivas tales como: tener preparado con anticipación un bolso de emergencia conteniendo elementos como:

documentación personal y de cada uno de los integrantes de la familia; dinero; constancia de grupos sanguíneos, datos de alergia, medicamentos específicos para algunos de los miembros de la familia, linternas y/o pilas; dirección del domicilio; cajas de Fósforos, almacenamiento de alimentos envasados o enlatados; picadillo de carne; paquetes de velas; almacenamiento de agua con gotitas de lavandina por litro de agua para consumo; almacenamiento de agua en recipientes plásticos comunes para limpieza personal; remedios necesarios según las características médicas de cada integrante familiar; vendas de 5 y 10 cm; apósitos pequeños y grandes; cinta adhesiva; tijera para cortar género; gasa envasada (para pequeñas quemaduras); antisépticos; algodón; radio, otro elemento necesario para algunas personas con enfermedades específicas (insulina, corticoides, etc). Todo ello debe ser informado a los pobladores mediante campañas educativas y desde los organismos pertinentes.

## CONCLUSIONES

En un lapso de 230 años se produjeron en la región del centro y oeste de Argentina, 30 terremotos entre a VI a IX grados en la escala Mercalli. El tiempo de ocurrencia de terremotos para esta región central andina es una amenaza hacia las poblaciones y asentamientos existentes. Las medidas preventivas pueden ser ampliadas para en principio aumentar la resiliencia de los pobladores en riesgo como parte fundamental de los planes de Gestión y de PPS. Los ciudadanos deben ser educados en que la ayuda en primer lugar debe provenir desde adentro hacia fuera en los casos de siniestros, por ello la consigna es:..¡Protégete a ti mismo..” hasta que la ayuda o asistencia llegue. En momentos trágicos el habitante junto con su grupo familiar debe ayudarse a sí mismo, para curar sus heridas, sobrevivir con agua y alimento hasta que la ayuda sea viable, debe abrigarse o iluminarse en las noches; debe intentar cocinar algún alimento o agua, debe ser consolado y sentirse acompañado. No solo entran en juego la componente física sino también la emocional del habitante. Esto induce a proponer este plan de autosuficiencia social preventivo, sintetizado esquemáticamente como:



## BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

- Ayala Carcedo, F. J. & J. Olcina Cantos, 2002, *Riesgos naturales*. Cap.1:41-73. Edit. Ariel. España.
- Bastias, H., 1986. "Fallamiento Cuaternario en la región sismotectónica de Precordillera". Tesis Doctoral (inédita). FCEfy N. UNSJ.
- Bastias, H., 1990. "Discontinuidades tectónicas de la Latitud de 32º sur y su importancia en la evolución de Precordillera." 11º Congreso Geológico Argentino. Tomo II (407-412).
- Bastias, H., Tello, G., Perucca, L. y Paredes, J. 1993. Peligro Sísmico y Neotectónica. 12º Congreso Geológico Argentino y 2º Congreso de Exploración de Hidrocarburos. Geología y Recursos Naturales de Mendoza. V. Ramos (Ed.), Relatorio, VI (I): 645-658. Mendoza.
- Uyeda, S., Kanamori, H., 1979. Back-arc opening and mode of subduction. *Journal Geophysical Research*, 84: 1049-106
- Instituto Nacional de Prevención Sísmica, 2010. Manual de Prevención Sísmica, Adiestramiento para docentes a nivel primario. Pp: 1-53. San Juan.
- INDEC, 2010- Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas: total del país, resultados provisionales (A;1). [www.indec.gov.ar](http://www.indec.gov.ar)
- Zambrano, J. J. 1983. Actualización del conocimiento geológico del valle de Ullum-Zonda. Serie Técnica N° P 261: 4-64. CRAS. San Juan.

## 10.2- CONSTRUCCIÓN DEL DESASTRE, RIESGO Y REUBICACIÓN DE COMUNIDADES EN ANGANGUEO, MICHOACÁN; MÉXICO

**Jorge Arroyo Cardoso<sup>1</sup>**

(1) Universidad Nacional Autónoma de México, Programa de Maestría en Arquitectura, campo Economía, Política y Ambiente.  
[jorgeac\\_1@hotmail.com](mailto:jorgeac_1@hotmail.com)

### RESUMEN

Este estudio analiza los factores socioeconómicos que dieron pie a la construcción del desastre, en la comunidad de Angangueo Michoacán. Un evento de deslizamientos de tierra sucedido en el 2010 afectó a gran parte de la población causando fatalidades y pérdidas económicas. La preocupación aumenta al situarse el problema dentro de una de las áreas naturales protegidas más importantes del país. Las estrategias del Estado en el uso y aprovechamiento de los recursos naturales siempre han obedecido las lógicas del mercado, por lo que ahora tras los efectos de la transgresión ambiental, pretende seguir un camino de reivindicación al gestionar nuevas políticas de reconstrucción y reubicación de comunidades, acción discutida ante las reacciones de indiferencia y rechazo por parte de la sociedad afectada.

### EXPLOTACIÓN DE LOS RECURSOS NATURALES

Para conocer el desarrollo de las actividades económicas que fincaron la problemática socio-ambiental en la comunidad de Angangueo, es necesario hacer un recuento de sucesos históricos en torno a dos ramas complementarias: la minería y la explotación forestal. Relaciones de producción supeditadas a las políticas del mercado que cambiaron los patrones naturales del medio.

### ***Explotación minera***

Es en 1792 cuando Angangueo se incorpora a la empresa colonialista de explotación con los descubrimientos de las vetas minerales de oro, plata, zinc, plomo y cobre, provocando una avalancha de mineros, comerciantes y trabajadores provenientes de Tlalpujahua; que se congregaron alrededor del naciente real de minas constituyendo el núcleo inicial de lo que más tarde se denominaría el Real de San Simón de Angangueo(Oca, 2005).

La bonanza del mineral a partir de la segunda década del siglo XIX, atrajo la inversión de compañías extranjeras –españolas, alemanas, inglesas, francesas–, que entraron en tratos de compraventa y arriendo con los dueños de los fundos mineros. La compañía inglesa “Las trojes” impuso su predominio en el mineral posesionándose de la mayoría de las minas, que posteriormente a finales del siglo, tendría que hacer tratos con la compañía norteamericana Smelting and Refinig Co., debido a la crisis económica que afectaba a su país(Villalobos, 2000).

Al iniciarse la segunda mitad del siglo XX, la explotación minera en Angangueo se paralizó debido a un incendio que mataría a 25 mineros; el mineral pasó a manos de la nación cuando se integra la Impulsora Minera de Angangueo, la cual siguió la explotación hasta 1991, en donde el desplome de los precios de los metales en el mercado internacional ocasionó su cierre al ser incosteables los elevados costos de extracción y mantenimiento.

### ***Explotación forestal***

En cuanto al tema de la explotación forestal en Angangueo, el bosque ha pasado de ser insumo para la minería en el siglo XIX, a la tala por el avance de la agricultura y la demanda de suelo habitacional; de aprovechamientos forestales a usos recreativos y turísticos, y siempre botín de talamontes.

Un estudio político geográfico que realizó el Colegio de Geografía de la UNAM(García, 2011) sobre la conformación del espacio social de los bosques en el ejido del rosario, –población vecina de Angangueo– nos ubica en los acontecimientos político-sociales que conformaron la realidad actual del uso de los recursos forestales.

La región que nos ocupa está constituida principalmente por la figura jurídica del ejido. Recordemos que el ejido proviene del pacto constitucional de 1917 que establecía la inclusión de los campesinos en el Estado como condición para el reparto agrario, una forma de posesión de la tierra que suponía la exclusión de las tierras en los circuitos del intercambio mercantil privado(Roux, 2005).

La lucha por la posesión y el uso de la naturaleza boscosa del oriente de Michoacán, ha estado caracterizada por tensiones y conflictos entre hacendados, ejidatarios, empresas mineras, trabajadores, talamontes y ecologistas. Dentro de las políticas establecidas por el gobierno federal durante el siglo XX, destacan cuatro temporalidades en el uso del bosque:

- Autoritarismo agrarista 1926-1940: conformación territorial de los ejidos. El ejido de Angangueo tiene su origen jurídico y territorial en el reparto agrario, resultado de la revolución mexicana, se observa como los campesinos desposeídos del porfiriato posteriormente tuvieron derecho a tierras. En cuanto al uso del bosque, la Ley forestal de 1926 sustentaba una premisa conservacionista de las masas forestales, que impedía a los ejidatarios explotar los bosques.
- Autoritarismo urbano industrial: bosques vedados 1940-1970. Posteriormente se emitió la ley forestal de 1943, con claro interés en fortalecer la industria, dicha ley evitaba intermediarios,



por lo que la propia industria explotaba el bosque, el estado de Michoacán se sumó a una veda forestal de 1944 a 1973. La ley Federal operó siempre a favor de la Compañía Minera de Angangueo que empleaba grandes cantidades de madera para los ademes de la mina. Por otra parte no obstante de la veda, siempre ha coexistido la extracción hormiga por parte de los ejidatarios que utilizaban la madera para sustentar su economía.

- La transición al neoliberalismo 1970-1982. Este periodo se caracterizó por la liberación de la silvicultura para los ejidatarios, ya que en las esferas federal y estatal habían cambiado su legislación forestal en donde por primera vez se podían explotar los bosques. Por otra parte el descubrimiento de las colonias de hibernación de la mariposa monarca en 1974, por el canadiense Urquhart (Ramírez, 2001) impulsó la conformación de nuevas leyes federales y estatales sobre los bosques de pino, encino y oyamel, a los que llega la mariposa desde su viaje desde Canadá y Estados Unidos.
- El bosque en la etapa neoliberal 1982-2010. El neoliberalismo se caracteriza por profundizar el desarrollo del capitalismo sobre la naturaleza, su búsqueda por integrarla al mercado como valor de cambio, impulsa actividades como el turismo ecológico o de aventura, y el pago por servicios ambientales; este modelo también demanda valores como la competencia, el éxito y la productividad. La modificación al artículo 27 constitucional en 1992, posibilita la inserción del capital en elementos como la enajenación de tierras tanto ejidales como comunales, por medio del Programa de Certificación Ejidal (PROCEDE) que transforman la tierra social en privada. Se publicaron los siguientes dos decretos para la conservación de los bosques de la monarca: el primero publicado en el Diario Oficial de la Federación en 1986 donde se delimitó un área total de 16 110-14-50 ha., posteriormente en año 2000 se decretó la zona como Reserva de la Biosfera de la Mariposa Monarca (RBMM), con una delimitación de 46 259-05-07 ha, de las cuales 13 551.5 son de zona núcleo y 42 707.5 son área de amortiguamiento. La RBMM está integrada por 93 núcleos agrarios: 59 ejidos, 13 comunidades indígenas y 21 pequeñas propiedades.

## DAÑO AMBIENTAL

La pérdida de bosques preocupante, esta situación se ha visto agravada en los países tropicales y en vías de desarrollo, en México se considera que 23 millones de hectáreas de terrenos agropecuarios tienen aptitud forestal (11.5% de la superficie total). Esta cifra aumenta constantemente a razón de cerca de un millón de hectáreas deforestadas cada año, lo que representa una tasa anual de deforestación de 0.5%. Esta situación se presenta más o menos por igual en todo tipo de bosques, incluso en aquellos que se encuentran bajo protección oficial (Carabias, 1990).

Según la Comisión Forestal de Michoacán (COFOM), el estado ocupa el primer lugar en deforestación a nivel nacional ya que 70 mil hectáreas son perdidas al año (Jarillo, 2012), la tala ilegal, las actividades agrícolas y el cambio de uso de suelo son algunas de las principales causas. Esta pérdida de bosque ha ocasionado un cambio significativo en el clima regional, pues la intensificación de las lluvias trae consigo una serie de desastres naturales como el que ocurrió en Angangueo el 2010.

Desafortunadamente los decretos de protección ambiental han intensificado los problemas en términos de degradación de los bosques, los conflictos de uso de suelo y tenencia de la tierra dan pie al manejo inapropiado de los recursos (López, 2012). Las políticas actuales corresponden a la lógica neoliberal, en donde los diferentes núcleos agrarios deben competir entre sí por los recursos, en un discurso antagónico de competitividad y eficiencia. La poligonal decretada para la

preservación forestal fue delimitada sin consulta alguna de las autoridades ejidales generando un conflicto interno entre las propias comunidades.

Estudios realizados para determinar el cambio en las cubiertas del suelo vegetal, indicaron una pérdida en los bosques densos de oyamel de más de 800 ha entre 1971 y 1994, y otras 200 ha en los siguientes seis años. Esto significó una pérdida de 4.6 % de su cubierta en el primer periodo mencionado y de 1.2 % de 1994 al 2000. Por su parte los bosques mixtos densos, más extendidos, a partir de 1971 han perdido 4.5 % de su superficie: 1 436 hectáreas (Ramírez, 2001).

Tanto en Michoacán como el Estado de México tienen gran tradición forestal. Ocupan los primeros lugares del país tanto en la explotación de la madera como en la producción de resina. Estas actividades combinadas con malos manejos, han repercutido en la degradación y pérdida de considerables extensiones forestales. No obstante, lo que ha causado mayores problemas de deforestación ha sido el avance de las actividades agropecuarias.

Las actividades de explotación minera aunadas con la deforestación se han expresado en un daño al ambiente significativo, el cambio en el clima, la pérdida de suelo, bosques, y la erosión entre otros factores, han originado desastres con consecuencias lamentables.

#### **EL EVENTO DE DESLIZAMIENTO DE TIERRA DEL 2010**

Los deslizamientos de tierra son fenómenos geomorfológicos caracterizados por grandes movimientos de tierra y escombros, son influenciados por una serie de factores como: el clima, las pendientes, el tipo de suelo, movimientos sísmicos, entre otros (Lozano, 2005). Dichos factores combinados con fenómenos desencadenados por el hombre potencializan su capacidad destructiva.

En el caso del oriente de Michoacán, la suma de dos frentes fríos y las tormentas de baja presión sucedidas en febrero del 2010, causaron una grave afectación en los municipios de Angangueo, Ocampo, Tiquicheo, Tuxpan y Tuzantla, siendo el primero el más afectado; la cuenca conocida como Lerma-Santiago registró una sobrelevación que afectó principalmente el río Puercos perteneciente a la microcuenca de Angangueo.

A pesar de que febrero no es considerado como un mes lluvioso, el sistema de tormentas de baja presión generadas en el Océano Pacífico durante los días 2 a 5 de Febrero del 2010, dieron lugar a graves condiciones de humedad en la región centro-occidental de México, produciendo una granizada acompañada con lluvias torrenciales, caso que en gran medida afectó la cuenca Lerma-Toluca, y los sistemas del río Tacámbaro en el estado de Michoacán. Así mismo los frentes fríos 28 y 29 provocaron una corriente de chorro que también trajo una cantidad considerable de humedad al interior de la zona.

Las granizadas y las lluvias atemporales causaron un deslizamiento de tierra que mató a 32 personas y dejó sin hogar a 400 familias en la comunidad de Angangueo, el área afectada por el deslave cubre alrededor de 282 km<sup>2</sup>, con un volumen estimado de 679,346 m<sup>3</sup> de material desplazado por el alud (López, 2012), la gran masa de tierra y agua devastó las faldas del cerro de Guadalupe, afectando las colonias: Catingón, Sauz, San Pedro, Dolores, Carrillos y El Tigre, Fig.1.



< Figura 1. Afectación de viviendas por el arrastre de sedimentos.

Los daños alcanzados por este desastre van desde la infraestructura de comunicaciones, el abastecimiento de agua potable, la afectación indirecta al campo ganadero, sistemas de electricidad, entre otros; significando grandes gastos de reconstrucción. El patrimonio natural también es puesto en peligro, como se ha mencionado

anteriormente la microcuenca de Angangueo forma parte del sistema denominado Reserva de la Biósfera de la Mariposa Monarca (Alcántara, 2011).

El sistema tectónico de Angangueo está compuesto por estructuras volcánicas de andesita e intercalaciones de brechas locales que develan una actividad volcánica sustancial, dicha actividad ha tenido lugar en un sector que corresponde a la falla Taxco-San Miguel de Allende. La estructura geológica de Angangueo fue configurada por tres etapas volcánicas: el Oligoceno bajo; el Mioceno medio y superior, y el Pilo cuaternario (Alcántara, 2011).

Los deslizamientos no sólo pueden explicarse por medio de los procesos geomorfológicos de la zona, sino también por las actividades económicas, que, como hemos visto se han desvelado en la explotación minera, la deforestación y la degradación del suelo a través de innumerables transformaciones en sus figuras jurídicas.

Interpretaciones de fotos digitales y observaciones de campo revelaron que los deslizamientos más severos comenzaron en las zonas deforestadas. En la cuenca de Angangueo fueron dos los deslizamientos mortales que ocasionaron la mayoría de las muertes, los cuales tomaron lugar en los ríos San Luis y el Charco.

En el río San Luis, el flujo de escombros se produjo en una capa de suelo degradado de andesitas, la cual tenía una extensión de 3200 m, con un ancho que oscila entre 2 y 12m, y una profundidad media de 2.5m, el área afectada se calculó en 96 275 km<sup>2</sup>. El flujo más grande de escombros se dio a lo largo del río El Charco con una longitud de 29 km(ver Fig.2).

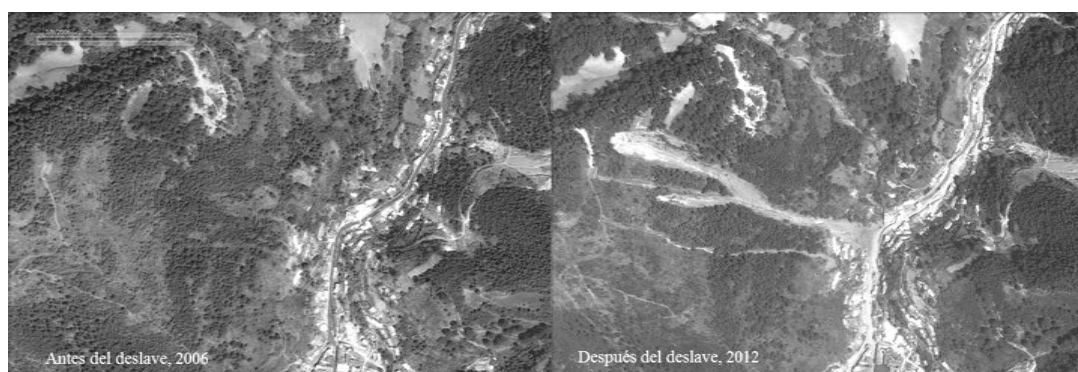


Figura 2. Comparación temporal de la zona más afectada, río El Charco.

El alud de tierra alcanzó a la comunidad de Angangueo situada 700m abajo del cerro Guadalupe, afectando un área de 170 230 km<sup>2</sup>(López, 2012). Como consecuencia de la obstrucción de los canales del río, se fueron creando una serie de pequeñas presas que, aunadas con el lanzamiento

brusco de material a lo largo del canal, causaron una gran devastación que arrasó con viviendas e incluso automóviles (Alcántara, 2011).

No existen actualmente medidores que adviertan la avenida de un desastre de ésta tipología, por lo que la reubicación de comunidades en riesgo es el tema principal a considerar en la gestación de nuevas políticas públicas para comunidades vulnerables como la del tema en cuestión.

### **EL PROYECTO INSTITUCIONALIZADO DE REUBICACIÓN DE COMUNIDADES “BARRIO SUSTENTABLE MONARCA”**

El Estado como ente conciliador de las problemáticas sociales, es el que asume las responsabilidades ante situaciones de desastre, bajo esa misma lógica, es el Estado quien definirá la forma, la localización y el objetivo público que facilitará el acceso y usufructo del suelo urbano (Abramo, 2001). Por lo que la sociedad civil y los individuos se someten a las decisiones del poder público, el cual en teoría, delimitará la selección idónea de acceso al suelo que garantice el mayor grado de bienestar social.

Tras los eventos climatológicos atípicos que originaron los deslizamientos de tierra en la comunidad de Angangueo, el área tuvo que ser decretada como Zona de Desastre según la normatividad correspondiente (Secretaría de Gobernación, 2012). Como consecuencia todas las dependencias gubernamentales federales, estatales y del mismo municipio, se vieron inmersas en elaborar una serie de acciones para mitigar futuros eventos similares y reorientar el desarrollo de la región.

Una de las principales acciones constituyó la reubicación de las familias afectadas en un nuevo desarrollo de viviendas, el cual garantizara la seguridad de sus nuevos habitantes. Una tarea difícil ante la heterogeneidad de la sociedad en cuestión.

El proyecto consistió en la construcción de un desarrollo urbano y de vivienda, que en teoría sería amigable con el ambiente y de calidad sustentable. El denominado Barrio Monarca se ubicó al oriente del municipio de Angangueo, en un predio de 25 hectáreas denominado Las Mesas, a tres kilómetros aproximadamente de la zona afectada. El proyecto en su totalidad consiste en 462 viviendas de las cuales 274 son de un nivel y 188 de dos niveles, cada vivienda tiene un área de entre 72 y 82 metros cuadrados, también cuenta con áreas comunes de barrio de entre 160 y 220 metros cuadrados (Presidencia de la República, 2012).

El principal obstáculo con el que se encontró el gobierno fue la adquisición legal del predio, ya que era un terreno ejidal sin certificación. Así en abril del 2010 se autoriza al Instituto de Vivienda del Estado de Michoacán (IVEM) para acceder a los recursos del Fondo de Desastres Naturales (FONDEN). Fueron obligados a aportar recursos: la Comisión Forestal, la Secretaría de Educación, la de Comunicaciones y Obras Públicas, la de Salud, el propio IVEM, y la Comisión Estatal del Agua.

Tras un largo proceso fiscal el Estado dota de los bienes necesarios para la reubicación de la comunidad afectada; sin embargo las necesidades sociales van más allá de acciones generalizadas, muchas veces la lógica de la necesidad y el arraigo suelen impulsar a la sociedad a rechazar dichos bienes, las congregaciones sociales suelen mostrarse indiferentes con las políticas institucionales, por lo que en proyectos de gran envergadura como el Barrio Monarca es de gran importancia determinar cuáles son las verdaderas necesidades de las personas beneficiarias, ya que se trata de una gran cantidad de recursos económicos en juego.



< Figura 3. Vivienda tipo del Barrio Monarca

### INSUFICIENCIA Y RECHAZO AL BARRIO MONARCA

El proyecto del Barrio Monarca (de aquí en adelante BM) más allá de resolver las necesidades sociales de vivienda, generó una segregación espacial articulada en dos zonas: las personas que recibieron vivienda en dicho barrio y las personas que permanecen en las zonas de riesgo, en sus viviendas originales, ver Fig. 4.

Se crea una paradoja en el fenómeno “zona de riesgo y Barrio Monarca” en Anganguero Michoacán; por una parte, habitantes de los barrios: Catingón, Sauz y San Pedro, se niegan a abandonar sus casas, ya que la oferta que proporciona el BM les resulta insatisfactoria; por el contrario, habitantes del barrio El tigre añoran ser reubicados en el nuevo espacio, petición que fue rechazada por las autoridades, ya que el cien por ciento de las casas ya estaban otorgadas, no siendo beneficiados en el padrón de repartición de las viviendas (Tirado, 2012).

Figura 4. >  
Vivienda en zona de riesgo tras el rechazo a la reubicación.

Parte de la población se niega a mudarse al BM, argumentando que sus necesidades van más allá de la vivienda moderna impuesta; generalmente las familias son mayores a ocho miembros y acostumbran criar animales en corrales, plantar árboles en sus jardines y tener espacios abiertos, actividades que no son posibles en dicho barrio. Además prefieren sus métodos constructivos a los nuevos sistemas industrializados (Tirado, 2012).



Otro grupo de personas cuestiona el método de repartición de las viviendas; ya que varios beneficiados que actualmente viven en el BM, no tenían casa en la zona afectada, y a su vez, hay personas que tienen su casa reconstruida además de la otorgada por el gobierno.

La construcción del Barrio Monarca es un tema muy cuestionado actualmente, visitas de campo durante abril y mayo del año 2012, hacen constar el rechazo de la población, mostrando una ocupación de sólo el 7 por ciento de su capacidad total, por lo que existe la necesidad de implementar una estrategia para las personas que aún viven en zonas de riesgo. La falsa idea que tiene la gente de poder manejar un evento como el de 2010 puede llegar a consecuencias lamentables.

Para la elaboración del padrón de personas beneficiadas, el Instituto de Vivienda del Estado de Michoacán fue el encargado de elaborar un análisis de valoración de daños, determinando cuáles viviendas aún eran aptas para la habitación y cuales serían destinadas a la reubicación. El criterio de diagnóstico se dividió en cuatro categorías, las cuales consistían en un apoyo económico para rehabilitación de la vivienda o la reubicación definitiva: viviendas con daños mínimos como pintura y acabados recibieron un apoyo de \$ 5,000 pesos; viviendas con daños menores recibieron \$8,000;

viviendas con pérdidas parciales recibieron \$27,000; y viviendas catalogadas como pérdida total fueron destinadas a la reubicación.

El procedimiento parece estar de acuerdo con una metodología lógica entre la relación Estado y sociedad, sin embargo; qué es lo que ocasionó el rechazo al proyecto. Puesto que hemos hecho un recuento de los sucesos tanto económicos como sociales que originaron la situación de riesgo en la que se encuentran las comunidades, será pues considerar el aspecto humano de la producción arquitectónica, y las relaciones que las personas generan con su entorno inmediato donde se crea el sentido de pertenencia.



< Figura 5. La vivienda típica de Angangueo se caracteriza por grandes espacios abiertos para la cría de animales, pórticos ajardinados y la utilización de colores vivos en sus fachadas, elementos ausentes en el nuevo proyecto de reubicación.

Es precisamente por medio de conflictos, disputas y luchas, por los cuales se reconfigura la comunidad política (Hirsch, 2001); sin embargo en éste caso, las soluciones otorgadas por el Estado obligan a personas a permanecer en zonas de alto riesgo, tema de gran preocupación debido a las vidas en juego. Habrá pues la necesidad de generar nuevas políticas públicas desde una perspectiva compleja que

atiendan a la multiplicidad de variables intervinientes, donde la participación social será piedra angular su gestión.

## CONCLUSIONES

La problemática ambiental de Angangueo fue construida por medio de una historia de actividades económicas, donde un modelo de acumulación capitalista demanda la extracción de grandes cantidades de recursos naturales, como hemos visto, la minería desde finales del siglo XVIII y el uso de los recursos forestales, significaron un impacto al equilibrio ecológico de la zona, que sumando los procesos físicos de cambio climático, propiciaron los desastres que afectaron a gran parte de la comunidad.

La vulnerabilidad de las comunidades potencializó los daños ocasionados por el evento ahora conocido como socio-natural; una urbanización azarosa que sólo cumplía las necesidades del capital creciente entorno a la actividad minera, en donde una población se aferró a la subsistencia aun después de haberse terminado las principales actividades económicas de la época.

Conflictos políticos de posesión y uso del suelo han caracterizado la historia de Angangueo, el uso inapropiado de la tierra, y la eliminación de las cubiertas forestales han sido las principales causas de degradación del suelo.

Posterior a los desastres ahora surge el cuestionamiento inverso, ¿cómo afectan los deslizamientos de tierra sobre los sistemas ecológicos?, un impacto que generaría problemáticas futuras.

El Estado como institución fundamental de toda sociedad de clases, asumió las responsabilidades ante los desastres sucedidos, mediante la construcción de un gran hito político (el “Barrio Sustentable Monarca”), al cual se le adjudica la cualidad de desarrollo sostenible, sin embargo tuvo un impacto mediocre ante la problemática de vivienda instaurada en las zonas de riesgo. ¿Dónde

queda pues la cosmovisión de los afectados y su eticidad en la construcción social del espacio? El defecto principal del presente modo de producción, es que tiende a homogenizar soluciones de acuerdo a las necesidades del mercado, dejando a un lado las verdaderas necesidades sociales.

Por lo tanto es menester recuperar la visión humana, tanto en las relaciones medioambientales como en la producción del espacio, el deterioro ambiental no nos espera, una refundación civilizatoria será necesaria para un futuro de armonía entre el hombre y el ambiente.

## BIBLIOGRAFÍA

- Abramo, P., La teoría económica de la favela: cuatro notas sobre la localización residencial de los pobres en el mercado inmobiliario, *Ciudad y Territorios* 35, 137-160, 2003.
- Acciones para la recuperación de Angangueo, <http://www.presidencia.gob.mx/2012/03/diversas-intervenciones-en-la-entrega-de-vivienda-obras-y-acciones-para-la-recuperacion-de-angangueo>, 12-05-2012.
- Alcántara, I., On the landslide event in 2010 in the Monarch, *Springer-Verlag* 9, 263–273, 2011.
- Barrios afectados por lluvias atípicas en Angangueo, <http://www.vozdemichoacan.com.mx/angangueo-barrios-afectados-por-lluvias-atipicas>, 18-08-2012.
- Carabias, J., *En la búsqueda de alternativas ecológicas para el uso de los recursos*, Universidad de Guadalajara, México, 1990.
- FONDEN, *El Fondo de Desastres Naturales de México-Una Reseña*, Banco Internacional de Reconstrucción y Fomento / Banco Mundial, México, 2012.
- García, M., 2011. Conformación del espacio social de los bosques del ejido del Rosario, Michoacán 1938-2010, *Investigaciones Geográficas (Mx)* 75, 75-87, 2012.
- Hirsch, J., *El Estado Nacional de Competencia*, Universidad Autónoma Metropolitana, México 2001.
- López, J., Land-use change and hillslope instability in the monarch butterfly biosphere reserve central Mexico, *Land degradation & development* 23, 384–397, 2012.
- Lozano, P., Importancia de los deslizamientos en el Parque Nacional Podocarpus, Loja, Ecuador. *Revista Peruana de Biología* 12, 195-201, 2005.
- Michoacán ocupa primer lugar en deforestación, <http://bosques.org.mx/noticia1595>, 20-09-2012.
- Oca, H., *Estudio geográfico del municipio de Angangueo*, UNAM, México, 2005.
- Protección civil Fonden, <http://www.proteccioncivil.gob.mx/en/ProteccionCivil/Fonden>, 28-11-2012.
- Ramírez, M., Cambios en las cubiertas del suelo en la sierra de Angangueo Michoacán y el Estado de México. *Investigaciones Geográficas*, 45, 39-55, 2001.
- Ramírez, M., *Los espacios forestales de la Sierra de Angangueo (estados de Michoacán y México)*, Universidad Complutense de Madrid, Madrid, 2001.
- Roux, R., *El príncipe mexicano, subalternidad, historia y Estado*, Era, México, 2005.
- Tirado, O., Familias Tienen Miedo, no les dieron casa en el Barrio Monarca, *La Voz de Michoacán* 21445, 8, 2012.
- Villalobos, L., *El zorroche minero por tradición, historia del mineral de San Simón de Angangueo*, UNAM, México, 2000.

### 10.3- VISIÓN DE PRIMERA LÍNEA EN URUGUAY

**Graciela M Salaberry<sup>1</sup>**

(1)Coordinadora Nacional Red Global de OSC para la Reducción de Riesgo de Desastres "Visión de Primera Línea". Sociedad Civil Amigos del Viento Meteorología-Ambiente-Desarrollo.

*gracielasalaberry@yahoo.com.ar*

#### RESUMEN

El proyecto global Visión de Primera Línea, tiene como meta principal apoyar a la implementación efectiva del Marco de Acción de Hyogo (MAH) a nivel local. Su objetivo es medir los avances en reducción de riesgos y fomento de resiliencia ante desastre, como parte de las cinco Prioridades de MAH. Han participado 69 países evaluándose la percepción de funcionarios locales y representantes comunitarios, sobre los avances alcanzados. En Uruguay AdelV es la Organización Coordinadora Nacional encargada de su implementación. Al aplicar la encuesta en base a 20 indicadores de la prioridad 1 del MAH Gobernabilidad Local, se halló que los más bajos refieren carencias en establecer líneas de base para medir el avance (1,7 en el rango de 1 a 5); incierta conexión local del conocimiento tradicional con el científico como insumos de planificación (1,7); y el no involucramiento de la sociedad civil y las comunidades en el monitoreo de la Reducción del Riesgo (1,6). Los indicadores con mayor puntaje refieren a plan de acción local para implementar políticas de reducción del riesgo (2,5) y coordinación de los gobiernos locales con otras autoridades y ministerios del Estado (2,7). En cada indicador, Uruguay resultó igual o ligeramente por debajo del promedio mundial.

#### INTRODUCCIÓN

En Uruguay, los eventos naturales que conducen a desastres tienen siempre origen atmosférico. (Caffera, 2004). La preparación para casos de desastre, su prevención y la alerta temprana, forman parte del interés de organismos internacionales, quienes centran su acción en la cooperación intergubernamental, mientras que en este país es algo relativamente nuevo. Así, integrar la reducción del riesgo de desastres en las políticas y planificación hacia el desarrollo sostenible es todo un desafío, pues socialmente aun se entienden estas amenazas como "accidentes". A esto se le suma una muy vieja noción de "estado benefactor", con los defectos y las virtudes que ello conlleva en un país de economía mixta. En cada indicador, Uruguay resultó igual o ligeramente por debajo del promedio mundial. (Ver Fig 1). En cuanto a las amenazas propiamente dichas, aquellas de pequeña escala son rayos, tornados, vientos fuertes, corrientes descendentes, granizo y lluvias intensas localizadas, nieblas, heladas e inversiones contaminantes. De escala espacial más grande, y de mayor complejidad, se identifican por un lado a la sequía, y por otro las lluvias intensas capaces de provocar inundaciones, y también tempestades de viento general. Éstas provocan daños – mayormente aunque no excluyente– en la zona costera y en el mar. Sequías e inundaciones – lo más recurrente – provocan trastornos ambientales y dañifican a la población ribereña. En algunos cauces se suman aspectos de erosión de ribera, así como contaminación de aguas y ambiente aéreo por cambio en usos de la tierra y por intensificación y cambio tecnológico en la producción agropecuaria. A ello hay que sumarle las epizootias y accidentes de tránsito múltiples, algunos con amenazas ambientales por derrames de tóxicos. (Ver Fig 2).

El Estado, por su parte, está abocado a una reorganización de las actividades de evaluación de vulnerabilidades y gestión de riesgos, a la preparación para desastres y en su prevención, mediante educación y sistemas de alerta temprana (PE 2004). Ello evidencia reconocer importantes carencias en organización y gestión, y también un aumento de la vulnerabilidad en la actual etapa de transición. Por otro lado, la Organización Civil Amigos del Viento ha participado desde su



conformación en actividades de sensibilización con el objetivo de trabajar desde las comunidades sobre riesgos y vulnerabilidades que les son propias, teniendo como eje conductor reconocer cuáles son, y cuáles son las acciones para reducir sus efectos. Su acción en el Proyecto 'Visión de Primera Línea' tiene como meta apoyar la implementación efectiva del Marco de Acción de Hyogo en Uruguay, para desarrollar la resiliencia en personas y comunidades vulnerables que están en riesgo de desastre.

En este contexto se ha llevado a cabo esta segunda etapa de investigación, (luego de la primer experiencia mundial piloto 2009 de la que Uruguay formó parte) con 200 entrevistas cara a cara y 64 auto-evaluaciones por parte de funcionarios locales de dirección, planificación y educación, de organizaciones civiles y de representantes comunitarios locales. Se evaluaron sus percepciones respecto a los avances en reducción del riesgo y en el fomento de la resiliencia ante el desastre, como parte de las cinco Prioridades de Acción del Marco de Acción de Hyogo.

### ***Visión de Primera Línea: Transfondo y enfoque del proyecto***

En enero de 2005 en Kobe, Japón, 168 estados de Naciones Unidas adoptaron el MAH para implementar la Reducción del Riesgo de Desastres (RRD). El MAH espera lograr una reducción significativa en pérdidas por desastre, tanto en vidas como en recursos sociales, económicos y medioambientales en comunidades y naciones para el año 2015.

Sus objetivos son pues el incremento de la conciencia pública, la apropiación y la demanda por la construcción de seguridad y resiliencia, y un entendimiento y confianza creciente entre los actores responsables del gobierno, de la sociedad civil y de la comunidad en la reducción del riesgo de desastres.

En la primera sesión de la Plataforma Global de RRD organizada por EIRD-ONU en Ginebra en julio de 2007 se inauguró oficialmente la Red Global de las Organizaciones de la Sociedad Civil para la Reducción de Desastres. El objetivo de la Red Global es aumentar la efectividad de la sociedad civil en fomentar la resiliencia de naciones y comunidades ante los desastres. La acción más importante de la Red ha sido el proyecto "Visión de Primera Línea" (VPL), el cual reúne las evaluaciones efectuadas por los actores a nivel local a fin de medir su percepción del progreso. Al mismo tiempo, se logra resaltar las áreas donde se requiere una mayor intervención además de fortalecer la participación local para acciones de movilización más efectivas.

El proyecto VPL, iniciado en el 2009, ha logrado ser altamente efectivo a nivel internacional, donde la presentación de las perspectivas de más de 7000 entrevistados en 48 países tuvo un impacto significativo en la "Plataforma Global para la Reducción de Desastres" organizada por las NN.UU. A nivel local, también se ha tenido un invaluable impacto, promoviéndose el diálogo, la colaboración y las acciones conjuntas. Es en base a este logro que surge VPL 2011 con enfoque en la Gobernanza Local (Prioridad de Acción 1 del MAH), determinante para una efectiva implementación de políticas y dotación de recursos, permitiendo que el MAH tenga impacto real a nivel local, que es donde las poblaciones en riesgo viven, comen y trabajan.

Dentro de los objetivos específicos del VPL 2010-2011 están, entre otros, el *fortalecer la rendición de cuentas pública para una efectiva implementación del MAH al establecer un monitoreo y reporte de procesos de las políticas a nivel local, de manera independiente; fortalecer la colaboración entre los niveles locales, nacionales, regionales e internacionales; e incrementar el involucramiento y el diálogo entre las autoridades locales, sociedad civil y actores comunitarios en acciones de monitoreo, intercambio de información, establecimiento de posiciones políticas, desarrollo de*

*alianzas y coaliciones. así como la promoción de esfuerzos entre los diversos actores para implementar el MAH a nivel local.*

Los resultados del proyecto a nivel nacional y regional incluyen entre otros: *“Establecimiento de un panorama global e independiente del progreso, una línea base y evidencias para el desarrollo de una efectiva gobernanza local para la implementación del MAH así como un mayor entendimiento del rol y la importancia de la Gobernanza Local para el soporte de una efectiva implementación del MAH a nivel local”.*

Los entrevistados a nivel local han sido consultados en base a “*indicadores*” que evalúan el progreso hacia los objetivos del Marco de Acción de Hyogo. Las respuestas habrán de permitirnos una evaluación del progreso basado en las percepciones de la población. La encuesta VPL 2011, se ha centrado en la Gobernanza local y ha contado con más de 11,000 entrevistados en más de 60 países. Por su parte los éxitos, desafíos y lecciones aprendidas han sido ilustrados por una serie de estudios de casos. “*Acción en la Primera Línea*”. A partir de los resultados de la encuesta y los datos cualitativos se han elaborado informes para establecer conclusiones y recomendaciones a nivel de país, región y global.

VPL está organizada en base a una estructura regional. Actualmente se cuenta con diez regiones operativas: Sudamérica, Centroamérica, África Occidental, África Oriental, África del Sur, África del Norte y Medio Este, Asia Central y Europa Oriental y Sur de Asia.

América del Sur participa con ocho países: Bolivia, Brasil, Chile, Paraguay, Perú, Uruguay, Ecuador y Venezuela. La Organización Coordinadora Regional de América del Sur es Soluciones Prácticas del Perú y en el Uruguay la Sociedad Amigos del Viento quien había implementado y participado en el VPL 2009, ha implementado y llevado a cabo este segundo VPL 2011, también como Organización Coordinadora Nacional.

El Proyecto cuenta con el aval y el apoyo de la EIRD (Estrategia Internacional Riesgos Desastres de Naciones Unidas) e ICLEI (Gobiernos Locales Sustentables).

### **Metodología**

El estudio cuenta con 2 componentes principales: la investigación que comprende la recolección de la información cuantitativa (encuestas) y cualitativa (estudios de caso), y el aprendizaje reflejado en las evoluciones y consultas locales en cada uno de los países de aplicación.

Para medir los avances logrados en la Gobernabilidad Local se aplicó una encuesta de 20 indicadores. Cada pregunta recibía un puntaje de evaluación el 1 al 5, así promediando los puntajes se obtiene un resultado parcial por cada indicador y promediando estos un puntaje por país.

Escala de calificación: 1 = No; 2 = Con un alcance muy limitado 3 = Alguna actividad, pero se puede mejorar considerablemente. 4 = Si, pero con algunas limitaciones en capacidades y recursos 5 = Si, con medidas efectivas, sostenibles y satisfactorias X = No sé.

La encuesta se aplicó en comunidades en riesgos y dentro de cada una de ellas a 2 grupos focales: gobierno local y comunidades. Se estableció un mínimo de 200 encuestas por país. Por su parte los éxitos, desafíos y lecciones aprendidas han sido ilustrados por una serie de estudios de casos. “*Acción en la Primera Línea*”.

En Uruguay el número final de entrevistados fue de 264, de los cuales un 20 % fue contestada por jóvenes entre 18 y 25 años, un 60 % por personas de 26 a 60 y un 20 % por personas de más de 61 años. Hubo paridad en cuanto a género con 49% de hombres y 51% de mujeres. Hubo mayor

porcentaje de respuestas en zona urbana (64%) que en zona rural (36%), consecuente con la distribución de habitantes en el país. La metodología de investigación del Proyecto, a través de la recopilación de información nos permitió capacitar a los encuestados en el MAH.

Dentro de la metodología del proyecto se valoraron casos de estudio que a nivel local dieran cuenta de acciones de gestión de riesgos, y tan importante como la recolección de datos y encuestas, lo fueron las devoluciones a nivel local y las propuestas a nivel comunidad.

La Gobernanza local involucra a todos los factores que posibilitan una efectiva implementación de las medidas para la RRD. Mientras que el gobierno local es un actor clave en esto, la "gobernanza" se refiere a todos aquellos que tienen un rol en la gestión, implementación y toma de decisiones a nivel local. Las preguntas evalúan los avances en cinco temas claves:

**Receptividad** – Habilidad para tomar decisiones que tengan en cuenta las necesidades y derechos de todos los ciudadanos y actores, incluyendo las poblaciones vulnerables y excluidas.

**Capacidad** – Individual e institucional para organizar y tomar acciones, aprovechar las oportunidades y movilizar los apoyos.

**Responsabilidad** – Implica mantener el compromiso de rendición de cuentas por parte de los formuladores de políticas públicas con la población (sujetos de derecho), incluyendo la habilidad de medir imparcialmente los avances en función a objetivos y metas.

**Transparencia** – Facilita el fácil acceso público tanto a los procesos como a la información relevante para la construcción de seguridad y resiliencia.

**Coherencia** – Permite que las diferentes poblaciones, organizaciones, sectores y disciplinas trabajen en conjunto para construir seguridad y resiliencia.

Estos indicadores de evaluación para GL, se han focalizado a dos tipos de entrevistados:

- a. Autoridades del gobierno a nivel local,
- b. Líderes o representantes comunitarios.

Un 30 % de los encuestados pertenecen a gobierno local y un 70 % a la "comunidad".

Los entrevistados evaluaron los avances logrados en cada uno de los indicadores mediante el llenado de un cuestionario estandarizado. También se consultó sobre la Percepción de Riesgo (peligros, amenazas) de Desastres en su entorno y en los cambios en las pérdidas por desastres en su zona desde 2005 (en vidas, fuentes de ingresos y bienes materiales). Un 49 % de los encuestados tienen una percepción media del nivel de amenazas, se detectó en zonas rurales una alta percepción de amenaza. En cuanto a los cambios percibidos en las pérdidas por desastres un 11% de los entrevistados consideran un aumento importante, un 39% un aumento leve y el 49 % de los entrevistados lo percibe sin mayores cambios. Ningún encuestado percibe una reducción sustancial.

#### **PRIORIDAD DE ACCION 1 – GOBERNABILIDAD**

*"Velar por que la reducción del riesgo de desastres constituya una prioridad nacional y local con una sólida base institucional de aplicación".* Los países que establecen políticas y marcos legislativos e institucionales para la reducción del riesgo de desastres, y que pueden desarrollar y seguir de cerca el progreso a través de indicadores específicos y mensurables, tienen una mayor capacidad de

abordar el riesgo y alcanzar un consenso general para participar y cumplir con las medidas de reducción del riesgo de desastres entre todos los sectores de la sociedad” (MAH, 2005).

La prioridad de acción *Gobernabilidad* mide el grado en que la Reducción de Riesgo de Desastres (RRD), y ha sido:

- a) institucionalizada mediante legislación y prácticas oficiales,
- b) aplicada mediante las actividades de las organizaciones de la sociedad civil, y
- c) incorporada a los sistemas formales e informales en las *comunidades locales*.

En VPL 2011, los Indicadores de evaluación para Gobernanza Local, tuvieron una escala de calificación de 1 a 5 en las preguntas cuantitativas. La evaluación cuantitativa está basada en una encuesta de 20 preguntas. Estas preguntas se centran en los “indicadores” de progreso en “Gobernanza local” en función de la Reducción del Riesgo de Desastres.

### **ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS EN LOS INDICADORES DE GOBERNABILIDAD LOCAL**

**Participación:** El promedio resultante del indicador (1,9) pone de manifiesto la muy escasa percepción de una efectiva *Participación* mediante el involucramiento para la toma de decisiones, especialmente de aquellos más vulnerables. Los encuestados entienden que si bien se están haciendo esfuerzos con alguna actividad a nivel del gobierno local, no están muy claros los mecanismos de participación y planificación, acordando que las acciones de participación se han visto especialmente en actividades *post* desastre. Son escasos los ejemplos de gobiernos locales que hayan comenzado a trabajar en el fortalecimiento de las capacidades locales, haciendo un relevamiento de los recursos humanos y materiales con que se cuenta a nivel local para conformar los comités locales de emergencia, con el apoyo de algunas organizaciones sociales, privadas y estatales. Algunas comunidades plantean la necesidad de la gestión de los recursos naturales, su monitoreo y vigilancia con la participación activa de quienes viven efectivamente en el territorio.

**Género:** El indicador de Género fue evaluado en 2,3. La percepción mayoritaria es que no se promueve la participación equitativa de hombres y mujeres en la toma de decisiones, planes y políticas de RRD. Sin embargo entre los encuestados se hace mención a que hay una perspectiva de género que se da en los hechos, ya que las mujeres son quienes ejercen un fuerte liderazgo a nivel familia y a nivel social. En lo educativo, la mujer es un fuerte referente. También por su participación en el trabajo voluntario y solidario con quienes están más necesitados. No hubo ninguna mención, acerca de si el gobierno capacita e involucra totalmente a los hombres y las mujeres, y si tiene enfoque de género, identificando y considerando las necesidades específicas por género.

**Niñez y Juventud:** Este indicador, evaluado en 1,8 es uno de los más bajos para Uruguay. Efectivamente indica que las prácticas de RRD del gobierno local difícilmente toman en cuenta las necesidades específicas de los niños y jóvenes. Sin embargo los jóvenes y los niños pueden ser identificados como agentes de cambio a nivel social, habiendo algunos casos en los que se involucra a los jóvenes desde los centros educativos para lograr un efecto multiplicador (lo que se conoce como “educación inversa”). Es de mención el trabajo realizado en relación a cultura de prevención por la sociedad Amigos del Viento en la ciudad de Carmelo, departamento de Colonia, en dónde los jóvenes del segundo ciclo trabajaron con cartelera, folletos y acciones de prevención que se hicieron llegar a través de los medios de comunicación locales a la ciudadanía en general.

**Voluntariado:** Con un puntaje **2,1** indicaría una escasa promoción de participación de voluntarios en las comunidades. Los encuestados perciben que no se promueve ni se hace sostenible. Sin embargo,

hay casos de grupos de voluntarios muy activos, sobre todo en el interior del país. Estudio de caso: grupo de Cruz Roja en la localidad de Carmelo, convocados por la alcaldía, junto a otros actores de la comunidad, para conformar el comité de emergencia local, reconociendo el rol y la contribución de las acciones del voluntariado en el fortalecimiento de capacidades en la RRD.

**Políticas:** Indicador evaluado en 2,3. Se menciona falta de normativas, políticas, leyes y ni marcos institucionales de RRD establecidos para el nivel local o que éstos no se conocen, que no hay visión de RRD, y si la hay que ésta no es compartida. Indican que las autoridades no tienen la visión de la reducción de desastres al hacer dichas políticas. El personal técnico realiza protocolos y planes, pero el gobierno local no los pone en práctica. Los encuestados opinan que mientras no se tenga cultura de prevención y los intereses políticos e individuales prevalezcan sobre los intereses del colectivo, no se puede garantizar el desarrollo y calidad de vida. Los esfuerzos y objetivos a mediano y largo plazo, serán cada vez más difusos. Creen que el pilar fundamental de la gestión es la atención al ciudadano través de la formación en prevención y el establecimiento de una estrecha relación entre el gobierno municipal y las comunidades organizadas, lo cual garantizaría que se diera una apropiación local de las políticas y procedimientos de RRD y una actualización regular de estas.

**Capacidades autóctonas:** Indicador evaluado 2,1. No se relataron experiencias donde el gobierno local valorara la información sobre prácticas tradicionales, costumbres locales, conocimientos ancestrales, capacidades y estrategias propias de las personas en riesgo (conocimientos autóctonos, recursos naturales, redes sociales) al elaborar perfiles de riesgo y planes de acción, los cuales constituyen elementos integrales de una intervención eficaz.

**Planificación:** Este indicador resultó evaluado en 2,5 siendo uno de los mayores guarismos alcanzados para Uruguay. También los encuestados han sido especialmente críticos en cuanto a que es muy poco lo que se planifica y que difícilmente se pueda hacer cambios a las viejas y rutinarias acciones de gobierno local. Sin planificación, tampoco hay medidas efectivas de gestión y de coordinación entre actores. Ha surgido como un mal endémico que se sigan brindando servicios en áreas vulnerables que deberían ser desestimuladas para evitar los altos costos sociales que ello implica. Se sigue en el país con la idea de que hay gente que se mantiene en lugares inundables como una forma de ser considerados por la sociedad, atendidos, que se han profesionalizado en el desastre. Pese a lo cual se han señalado como buenas prácticas de planificación, la instalación de Consejos Agropecuarios Departamentales y mesas de Desarrollo Rural, como puntos de encuentro entre actores claves, promoviendo la corresponsabilidad y la actuación coordinada en sus actividades. Desde la Universidad, el Grupo Interdisciplinario está trabajando en la temática del riesgo, siendo sin duda una excelente oportunidad para que la información, investigaciones y estudios en RRD se conecten con las comunidades en acciones de extensión universitaria con el medio.

**Recursos Financieros:** Evaluado 2,0. Para los encuestados no todo se resume en medios económicos, pero están de acuerdo en que es necesario un rubro específico para gestión de riesgos. Lo que ocurre generalmente es que los recursos llegan cuando ya ha ocurrido un desastre y las posibilidades de revertirlo no son posibles. No se hizo mención a prácticas de transferencia de dinero hacia las comunidades para su gestión directa. Se mencionaron algunas partidas de dinero que fueron especialmente canalizadas para paliar situaciones críticas, así como medidas de gobierno nacional y departamental como rebaja de impuestos o exoneración a productores

lecheros que habían sufrido impactos por sequía. Se mencionaron también en otros casos tales como granizo y vientos fuertes y su impacto en la producción agropecuaria. Se destaca que este indicador obtuvo un 21% de respuestas “no sé”, el mayor en los veinte indicadores. Sugiere que se desconoce acerca de fondos y recursos con los que su municipio o alcaldía cuenta para actividades de reducción de riesgos y en muchos casos se ha sido suspicaz, prácticamente la mitad de los encuestados sugiere que sí hay recursos pero que no se realizan acciones.

**Descentralización:** Indicador evaluado 2,2. Se evidencia por parte de los entrevistados una percepción muy baja en cuanto a que efectivamente se haya descentralizado el tema. Es de mención que en cada departamento se configuran los llamados comités departamentales, pero los niveles locales son dependientes de éstos, en muchos aspectos. Algunos encuestados de gobierno manifestaron que se está trabajando en la descentralización con roles, responsabilidades y niveles de autoridad bien definidos, sin embargo algunos encuestados han manifestado que existen descoordinaciones de gestión, entre instituciones del propio Estado.

**Experticia:** Evaluado en 2,2. Un alto porcentaje de encuestados considera que no se tiene suficiente experticia local. Se hace mención a escasas capacidades técnicas, administrativas y planificadoras dentro del gobierno local para la implementación de la RRD. Sí se entiende que existe un buen manejo en la emergencia. La preparación para la respuesta es altamente valorada por la población en general y en particular por los más vulnerables.

**Capacitación:** Evaluado en 1,9. Algo baja la percepción de los encuestados en cuanto a que existan acciones concretas de fortalecimiento de las competencias y habilidades de las autoridades locales y líderes de la comunidad, en el manejo de riesgo de desastres con enfoque comunitario. Pese a que han habido algunas instancias de capacitación desde el gobierno nacional para desarrollar las competencias profesionales y de liderazgo del personal a nivel departamental. Existe la percepción a nivel comunitario que estas capacitaciones no llegan a todos los estamentos sociales. Se percibe asimismo la necesidad que se destinen fondos para promover la capacitación a nivel comunitario. Se identificaron casos en que hay organizaciones sociales trabajando en ello, con el fin de promover una cultura de prevención entre la ciudadanía a nivel local.

**Línea base:** Indicador evaluado en 1,7, evidencia una significativa limitación en la existencia de líneas de base, metas y objetivos. Sin Línea de Base no hay cómo comparar los progresos ni los avances ni los retrocesos que se están realizando a nivel país, haciendo difícil una visión prospectiva para la planificación. En este indicador un 20 % de los encuestados contesta “no saber si se están realizando esfuerzos” en este sentido, no se mencionaron datos que indiquen que se cuenta con objetivos y con una clara designación de responsabilidades institucionales e individuales, a fin de asegurar una fuerte apropiación política y de compromiso con la agenda del RRD.

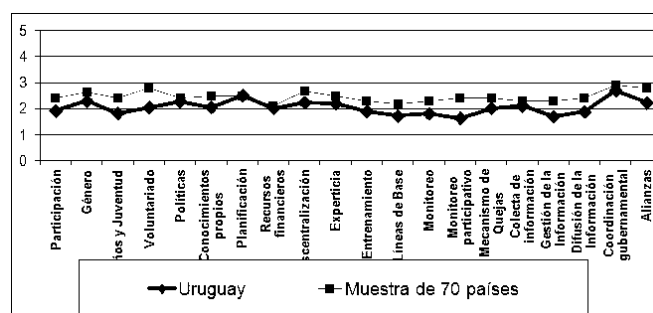


Figura 1. Comparación de los indicadores de Gobernanza de Uruguay con la media mundial

**Monitoreo(institucional):** Evaluado en 1,8 es de los menores puntajes obtenido para Uruguay evidenciando una percepción altamente negativa en cuanto a que no hay acciones para monitorear ni evaluar el avance de aprendizajes a nivel local en la RRD. No se indicaron sistemas de monitoreo para evaluar los compromisos y progresos de RRD.

**Monitoreo Participativo:** Este indicador fue evaluado con un muy escaso puntaje 1,6. siendo el menor alcanzado para el país, lo que deja en evidencia el muy escaso nivel de involucramiento de los más vulnerables en iniciativas de monitoreo. Aunque es importante resaltar que las poblaciones guardan sus memorias, con escasos registros, se transmiten del boca a boca dando cuenta de las situaciones vividas y de los posibles cambios. No se consigna que se haga monitoreo desde la comunidad y tampoco que se involucren a grupos de alto riesgo, vulnerables o con discapacidad.

**Procedimientos para quejas:** El indicador Procedimientos para Quejas fue evaluado en 2,0, muy limitado considerando que más de la mitad de los entrevistados consideran que no existe un procedimiento a nivel de gobierno local que facilite no solo la presentación de la queja sino el recibir respuesta a esa demanda.

**Recolección de Información.** Evaluado 2,1, se evidencia muy limitado para contribuir a una buena gobernabilidad local. No se percibe, no se sabe, no se conoce de que se hagan a nivel local, ni mapeo, ni recopilación, ni revisión sobre riesgos y cambio climático. Sin embargo existen planes a nivel de gobierno nacional que podrán mejorar estas condiciones de escasez de información de base. Patrones y tendencias de riesgos intentan ser medidos a nivel de proyectos siendo muy incipientes estas acciones.

**Gestión de la Información.** Uno de los más bajos indicadores para Uruguay con un puntaje de 1,7. Sin evidencias de conexión o intercambio de aprendizajes prácticos, ni vínculos duraderos entre los líderes comunitarios, los técnicos y los “*stakeholders*”. Se detectaron sin embargo en casos de post-desastre la utilización de los saberes y oficios para la etapa de reconstrucción, lo cual se ha valorado como muy positivo por la gente que ha padecido situaciones críticas, en el entendido de que se han sentido útiles en momentos de gran desmoralización por las pérdidas, a veces totales, de índole material. También se han señalado algunos casos en que las mujeres se han ocupado de la organización temporal en los refugios contribuyendo con su trabajo en los mismos.

**Diseminación de la Información.** De los indicadores de información, éste alcanza un escaso promedio de 1,9. Se insiste por parte de los encuestados en que la información no llega a todos por igual, y que se han dado casos en que la información se ocultó a la población. Hay deficiencias en las comunicaciones entre sectores, un amplio segmento de encuestados manifiesta que la información no es oportuna ni eficaz, especialmente en acciones preventivas. Hay descrédito de avisos y alertas meteorológicas, por ejemplo, lo que puede contribuir a aumentar la vulnerabilidad de las comunidades en riesgo. Hay desconocimiento de la temática de RRD por parte de la población lo cual trae aparejado la inacción por desconocimiento.

**Coordinación Gubernamental.** Evaluado en 2,7 es el de mayor valor alcanzado en Uruguay. Es de mención, sin embargo, que un porcentaje relativamente alto de entrevistados percibe que no se coordinan acciones. Se conocen algunas acciones coordinadas pero especialmente en los casos de desastres o altos impactos a la población, por ejemplo en casos de inundaciones. Aunque han existido algunas fallas dentro del sistema, se sostiene como positivo los avances que se vienen

dando en este tema. También se han evidenciado algunas dificultades en relación a la coordinación entre el nivel nacional, municipal y local. Algunos encuestados manifestaron que las coordinaciones son difíciles si hay diferencias políticas, aunque reconocen que ante los desastres esas diferencias tienden a desaparecer, lo que no significa que de haber coordinación, ésta sea efectiva y eficiente.

**Alianzas.** El indicador de Alianzas fue evaluado en 2,2 para Uruguay, estimándose un muy limitado alcance. No se han visto referencias de asociaciones entre el gobierno local y la sociedad civil. Sí se han visto algunos avances entre sectores y entre instituciones estatales con escasos resultados aún, pues a nivel de gestión se dice que si bien se ha comenzado a hablar de estos temas, los avances son limitados. Hay una fuerte presencia de organismos internacionales mediante consultores y programas de refuerzo de capacidades entre los agentes de gobierno. La interacción con la población local, no es percibida como real, se dice que muchos programas son preconcebidos desde fuera y se introducen a una realidad nacional muchas veces desconocida. Se han detectado acciones desde gobiernos municipales en apoyar y fomentar alianzas estratégicas entre el sector público, la sociedad civil y el sector privado, especialmente en lo que refiere a estrategias de desarrollo local, sin tener en cuenta la reducción de riesgos.

### Discusión y conclusiones

Los indicadores con los puntajes más altos son de coordinación gubernamental y alianzas, los de menor puntaje son monitoreo y gestión de la información. Desde la perspectiva de los gobiernos municipales, la escasez de recursos financieros para la RRD es la principal debilidad de la gobernanza local de riesgos; desde la visión de las comunidades, la falta de educación y capacitación a la población en reducción de riesgos constituye la mayor debilidad. El desafío es incluir a los grupos vulnerables y promover la vigilancia social en el monitoreo de las políticas de gestión de riesgo para que todo se sientan incluidos.

La gestión del riesgo requiere, para ser eficaz, el desarrollo de relaciones comunicativas entre los actores involucrados, la construcción de referenciales comunes, la capacidad de traducir perspectivas diferentes y la capacidad de establecer nuevas reglas de funcionamiento.

*En este sentido” el informe analiza diferentes dimensiones que se deben abordar para comprender cabalmente la gestión del riesgo: la construcción social de las percepciones en relación al riesgo, la relaciones entre sociedad política y sociedad civil, el papel de los poderes locales, la implementación de políticas orientadas a la reducción de los riesgos y la participación de las organizaciones de la sociedad civil en las mismas”* Dr Francisco Pucci

Para quienes participamos de VPL 2009 primero y VPL 2011 luego, las entrevistas, muy especialmente las “cara a cara”, nos dieron la posibilidad de conocer, en forma a la vez vivencial y sistemática, lo que nuestros ciudadanos perciben en torno a amenazas y gestión de riesgo, desde la gente, desde donde viven, trabajan, comen y duermen. Tal como indica el proyecto: desde “*la primera línea*”.



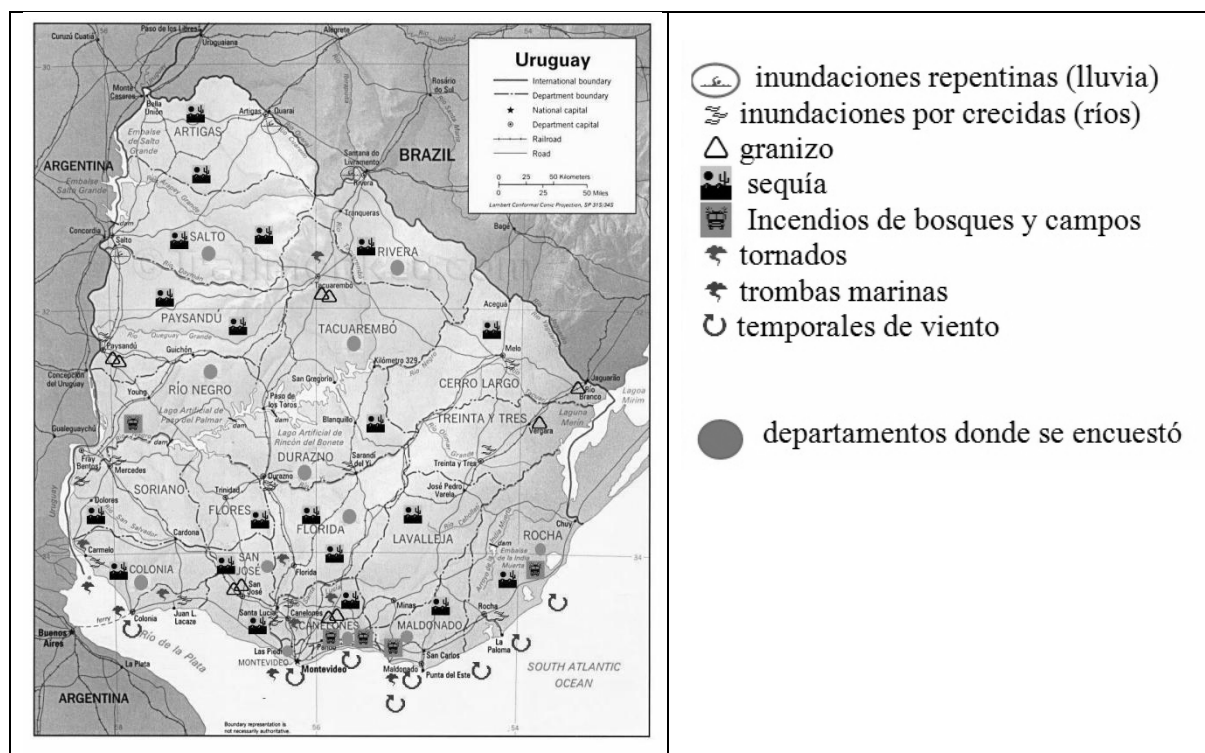


Figura 2 Principales eventos ocurridos desde 1999

## REFERENCIAS

- Caffera R. M. 2004. Proyecto PNUD URU/98/011: "Prevención y Mitigación de Emergencias Ambientales de Origen Climático", informe del consultor climatólogo nacional.
- Poder Ejecutivo, Uruguay, 2004. Resolución 1070.
- Carbonel, D ,Visión de Primera Línea 2011 Una evaluación desde el nivel local del avance del Marco de Acción de Hyogo hacia una implementación más eficaz Informe Regional para Sudamérica.
- Salaberri,G. Informe Uruguay VPL 2009, Red Global de las Organizaciones de la Sociedad Civil para la Reducción de Desastres (GNDR)
- Salaberri,G, Gonzalez A. 2010 Visión de Primera Línea, Capítulo Uruguay. Edición Revista OLAM-Ciencia y Tecnología, ISSN 1982-7784, año X, Vol 10, N 2, Agosto-Diciembre /2010, "Gestão Ambiental de Áreas de Riscos" <http://www.periodicos.rc.biblioteca.unesp.br/index.php/olam/index>.
- Walter, J. y F. Pucci (directores) 2007: La gestión del riesgo y las crisis. Personas, culturas organizacionales e instituciones. 280 pp., ISBN 978-950-02-5915-6. Editorial El Ateneo, Buenos Aires, Argentina.

## 10.4- LAS ACCIONES DE PREVENCIÓN FRENTE A LOS DESASTRES INUNDANTES QUE PRODUCE EL ARROYO LA CAÑADA EN EL SECTOR SUR OESTE DE LA CIUDAD DE CÓRDOBA R.A

### *Rubén Mario del Valle MENSÓ*

Universidad Nacional de Córdoba, Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales-Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas. Av. Velez Sarsfield N° 1611, (5016) - Córdoba, República Argentina- [rubenmenso@gmail.com](mailto:rubenmenso@gmail.com)

**PALABRAS CLAVES:** Amenazas, Inundaciones, Geomorfología y Planificación Territorial

### RESUMEN

Al sur, suroeste de la ciudad de Córdoba, se producen procesos dinámicos de orden natural que han generado y con frecuencia han potenciado procesos de riesgos significativos.

Entre estos, se destacan las inundaciones, anegamientos y erosión hídrica, que durante el verano térmico, en donde ocurren con una recurrencia prácticamente anual, lluvias de alta intensidad, que producen estos procesos, en cuencas desarrolladas en las zonas serranas y rurales, en donde se ven afectados importantes sectores periurbanos y del ejido urbano, perjudicando aproximadamente 800.000 habitantes.

Es por ello que se realizó el presente estudio de la subcuenca del Arroyo La Cañada, con el fin de obtener un acabado conocimiento de los aspectos morfodinámicos, que permita reconocer y definir las diferentes situaciones de inestabilidad en la zona y su génesis.

### METODOLOGIA

La información temática fue obtenida del análisis de fotografías aéreas y en cuanto al análisis del marco regional, se emplearon imágenes Landsat TM, de distintas fechas y las correspondientes verificaciones y encuestas in-situ, que definieron la zonificación y jerarquización de las amenazas. Se utilizó el criterio de delimitar el área en base al concepto de cuenca hidrográfica, en razón de representar los movimientos hídricos, posteriormente se realizaron análisis hidrogeomorfológicos de detalle, que se centraron en reconocimiento, definición, jerarquización y delimitación de las amenazas de las áreas afectadas.

### RESULTADOS

En el ámbito de la cuenca en cuestión, se logró definir, las siguientes entidades morfoestructurales, con sus características geológicas, geomorfológicas e hidrodinámicas que son: **Sistema montañoso; Sistema de colinas; Depresiones interserranas; Valles intermontanos; Lomadas de pie de monte; Planicie loésica y Planos aluviales del arroyo La Cañada.**

En cuanto a los procesos Inundantes, la zona estudiada es afectada por procesos que crean situaciones de inestabilidad, ligados al desplazamiento de las aguas superficiales en forma esporádica durante el período de mayores precipitaciones. Las variables recurrentes que intervienen en este riesgo son: Las características geomorfológicas que definen las formas determinantes de la captura y traslado de las aguas; el clima que define la cantidad e intensidad de las precipitaciones que se producen y por último la acción antrópica. El estudio, define que la hidrodinámica de la zona, afecta a los sectores rurales, periurbano y urbano de la ciudad de Córdoba, en dos tipos de inundaciones: Una de carácter fluvial y otra derivada de la contribución de

los caudales mantiformes generados en las cuencas laterales y/o en los extensos interfluvios. Y en cuanto, los procesos que afectan a la zona creando situaciones de inestabilidad por erosión, el mismo es producto de la actividad humana que ha alterado considerablemente al medio natural. Así la vegetación ha sido modificada severamente por tala indiscriminada o por incendios, aconteciendo lo mismo en los valles, en donde, además se suma la acción del sobrepastoreo. Todo ello conduce a una pronunciada disminución de la infiltración y un considerable aumento de la escorrentía. En el ámbito fluvial, está presente la erosión de márgenes, salvo en los sectores canalizados, **Ilustración 1**.

## CONCLUSIONES

La zona en cuestión, se ve afectada anualmente por inundaciones producidas por mantos de creciente interferidos por la infraestructura que tiene una fuerte incidencia en los procesos de riesgo, alterando el escurrimiento natural de las aguas, produciendo un efecto de captación, desvío y conducción. Esta situación está agravada por una falta de planificación en las áreas rurales, en las que se ha generado un cambio en la relación infiltración-escorrentía, con un notable aumento en esta última. Todo ello afecta en mayor o menor medida a los barrios periféricos del sur, sur-oeste de la ciudad. Por último, se contribuye con el planteo de alternativas de solución a los problemas de inundación y anegamiento, con sugerencia de construcción de obras de saneamiento pluvial (lagunas de retención, canales colectores y embalses reguladores), en los lugares técnicamente mas adecuados, para la captación y conducción de las aguas pluviales hacia el arroyo de La Cañada.



**Ilustración 1**

## REFERENCIAS

- Menso, R. M., (2000). Base geomorfológica para el control de las inundaciones al oeste de la ciudad de Córdoba. Memorias del XVIII Congreso Nacional del Agua, Termas de Río Hondo, Sgo. del Est. Tema 9: Geomorfología, Erosión y Sedimentación.

- Paniagua, S., 1995. Los desastres naturales y sus implicaciones en América Central. Escuela Centroamericana de Geología, Universidad de Costa Rica. Revista Geológica de América Central. (ISSN: 0256-7024), nº 18, pág. 107.
- Quintana Salvat, F., Barbeito, O. L. y Menso, Rubén Mario, (1998). Carta geológica-geomorfológica de la ciudad de Córdoba y su entorno. Fotointerpretación (ISSN: 0327-7410), vol. VII, nº 1-2, pág 324 a 339.
- Quintana Salvat, F., Barbeito, O. L. Y Menso, R. M., (2002). Carta de Peligrosidad (Amenaza) de Inundación, Erosión y Anegamiento Para las Acciones de Prevención – Ciudad de Córdoba -, Ed. Municipalidad de Córdoba. (I.S.B.N. N° 987-9129-15
- Siede, Isabelino (2007) La educación Política. Ensayos sobre ética y ciudadanía en la Escuela. Buenos Aires: Paidós
- Tecco, C. A., (1999). Periurbanización y metropolización, desafíos y cuestiones críticas en el área metropolitana Córdoba. Administración Pública y Sociedad. Publicación periódica del IIFAP, U.N.C., nº 12, 2 DOSSIER, pág. 5.

#### **10.5- SISTEMA DE ALERTA TEMPRANA COMO HERRAMIENTA DE PREVENCIÓN DE RIESGOS. PROVINCIA DE JUJUY. ARGENTINA.**

***Norma B. Cañizares<sup>1,3</sup>, José C. Robredo Sanchez<sup>2,3</sup>, Susana A. Chalabe<sup>1,3</sup>, Valeria M. Robles<sup>3</sup>, Farid Astorga<sup>3</sup>, Luis Maigua<sup>3</sup> & Cintia Mostajo<sup>3</sup>***

(1) Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Jujuy.

chalabe@arnet.com.ar, norma\_canizares@hotmail.com

(2) Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Montes. Universidad Politécnica de Madrid. josecarlos.robredo@upm.es

(3) Proyecto AECI-UPM-UNJU. Unidad de Gestión Integrada de Cuencas Hidrográficas de la Provincia de Jujuy. UGICH.

#### **RESUMEN:**

El alerta temprana es uno de los principales elementos en la reducción del riesgo de desastres y aunque en la provincia de Jujuy una de las principales amenazas es la de tipo hidrometeorológico, no se cuenta con un sistema de este tipo. En este contexto, la Unidad de Gestión Integrada de Cuencas Hidrográficas de la Provincia de Jujuy (UGICH); es ejecutora de la Acción Integrada (AI) o proyecto: “Implementación de una unidad de estudio, monitorización y control de cuencas hidrográficas con la finalidad de apoyar la toma de decisiones en la gestión a medio y largo plazo. Jujuy, Argentina”, financiado por la Agencia Española de Cooperación Internacional (AECID) cuyo objetivo primario fue diseñar e implementar un Sistema de Monitoreo y Vigilancia. En este trabajo se presentan las actividades y resultados alcanzados que no solo comprende la adquisición de sensores hidrometeorológicos sino también la recopilación y generación de información con lo cual ha sido posible sentar las bases técnicas para la implementación de este sistema de monitoreo y vigilancia.

#### **INTRODUCCIÓN**

Para potenciar a la UGICH (Unidad de Gestión Integrada de Cuencas de la Provincia de Jujuy) como instrumento de la Administración Provincial a la hora de abordar la toma de decisiones a nivel de

gestión de cuencas hidrográficas, la Universidad Politécnica de Madrid y la Universidad Nacional de Jujuy, con la participación y apoyo del Gobierno de Jujuy están ejecutando la Acción Integrada (AI) o proyecto: “Implementación de una unidad de estudio, monitorización y control de cuencas hidrográficas con la finalidad de apoyar la toma de decisiones en la gestión a medio y largo plazo. Jujuy, Argentina”, financiado por la Agencia Española de Cooperación Internacional (AECID).

Para este Sistema de Monitoreo y Vigilancia desencadenado por el propósito de cumplir uno de los objetivos de la acción integrada, relacionado directamente con la gestión de la información hidrometeorológica, para ello no solo se procede a la compra de sensores hidrometeorológicos para la monitorización de las cuencas hidrográficas de la Provincia y del material asociado necesario sino también a la recopilación y generación de información encaminada a la gestión de cuencas hidrográficas.

Referido a la información hidrometeorológica, desde el comienzo de la AI se probaron distintas arquitecturas de datos definiendo a la fecha una estructura que se considera adecuada y para la cual se realizó el diseño conceptual, lógico y físico correspondiente. Como resultado, y partiendo de dicha estructura de datos, ha sido posible la implementación de este sistema de monitoreo y vigilancia.

El mismo cuenta con una página web a través de la cual es posible desplegar toda la información disponible en la base de datos hidrometeorológica; implementada en el sistema gestor de base de datos Postgres/Postgis; tanto referido a información histórica como en tiempo real, de distintas variables como por ejemplo: pmn, temperatura máxima, media, mínima, etc.

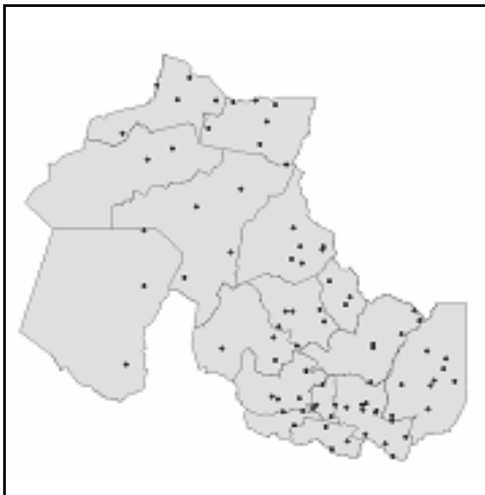
## METODOLOGIA DE TRABAJO

Para el desarrollo de este trabajo, se contemplan cuatro fases: a) recopilación de datos hidrometeorológicos, b) análisis de la información recopilada c) diseño conceptual, lógico y físico de la base de datos y d) publicación de la información.

## RECOPIACION DE DATOS HIDROMETEOROLOGICOS

### *Características de la información*

Como hicimos mención la gestión integral del agua se apoya en diferentes fuentes de información y en diferentes formatos. La AI inició la tarea de recopilación de información histórica, en formato analógico y en formato digital, y como una referencia de esta actividad se contabiliza ya alrededor de 130 estaciones que registraron datos en determinadas épocas. En la Fig. 1 se visualiza la ubicación geográfica de estas estaciones.



< Figura 1: Distribución de las estaciones que registran o registraron datos.

### *Información histórica en formato analógico.*

En referencia a la información histórica en formato papel las tareas realizadas conducen en primer término a proteger el dato histórico y posteriormente convertirlo a formato digital, y para ello, las actividades son:

a) Identificación de la estación que produjo los datos recurriendo -si las hubiere- a archivos como el que se observa en la Fig. 2.





< Figura 6: Estación configurada e instalada en Volcán.



Figura 7 >  
Estación configurada e instalada en Reyes.

Asimismo, se tomó conocimiento que el Ministerio de Educación de la Provincia a través de sus “Escuelas de Alternancia” había adquirido estaciones hidrometeorológicas, por lo que se estableció un acuerdo de colaboración y desde la AI se realizaron las acciones necesarias para añadir módulos que permitan la emisión de datos en tiempo real.

De la misma forma, se integran a esta red las estaciones disponibles en el Servicio de Agroclimatología de la Quebrada de Humahuaca (SAQ) de la Facultad de Ciencias Agrarias de la UNJu.

Para efectivizar la emisión de datos en tiempo real, desde la AI se adquirió los módulos de transmisión necesarios.

## ANÁLISIS DE LA INFORMACION RECOPIADA

### Registro tabular de la información.

La diversidad de fuentes de datos relevadas a la fecha, llevó a la AI a desarrollar diferentes alternativas de estructuras de datos con el fin de sistematizar e integrar la información.

Como primera medida, la información se organiza en su totalidad en planillas de calculo, las cuales contienen información referida a estaciones, a datos producidos por las estaciones, y a nombres de las series. Luego para poder establecer una relación entre los datos se implemento un sistema de codificación para las estaciones permitiendo de esta forma establecer las relaciones entre las tablas.

En la Fig. 8 y 9 se observan pantallas de algunas de las tablas Excel.

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
COD_SERIE	MARCA	TIEMPO	INTERVALO	MARCA_CENTRADA	CALIDAD_DATO	VAR1	VAR2	VAR3	VAR4
MRED0001-010	1	2-1-73 0:00	1	1-1-73 12:00	0	0	32,9	18,9	
MRED0001-010	1	3-1-73 0:00	1	2-1-73 12:00	0	0	30,9	19,9	
MRED0001-010	1	4-1-73 0:00	1	3-1-73 12:00	0	0	27,9	19,9	
MRED0001-010	1	5-1-73 0:00	1	4-1-73 12:00	0	0	27,9	19,9	
MRED0001-010	1	6-1-73 0:00	1	5-1-73 12:00	0	0	32,9	20,9	
MRED0001-010	1	7-1-73 0:00	1	6-1-73 12:00	0	0	30,9	17,9	
MRED0001-010	1	8-1-73 0:00	1	7-1-73 12:00	0	0	34,9	21,9	
MRED0001-010	1	9-1-73 0:00	1	8-1-73 12:00	0	0	27,9	19,9	
MRED0001-010	1	10-1-73 0:00	1	9-1-73 12:00	0	0	29,9	17,9	
MRED0001-010	1	11-1-73 0:00	1	10-1-73 12:00	0	0	33,9	16,9	
MRED0001-010	1	12-1-73 0:00	1	11-1-73 12:00	0	0	37,9	18,9	
MRED0001-010	1	13-1-73 0:00	1	12-1-73 12:00	0	0	38,9	20,9	
MRED0001-010	1	14-1-73 0:00	1	13-1-73 12:00	0	0	35,9	21,9	
MRED0001-010	1	15-1-73 0:00	1	14-1-73 12:00	0	0	28,9	16,9	
MRED0001-010	1	16-1-73 0:00	1	15-1-73 12:00	0	0	24,9	16,9	
MRED0001-010	1	17-1-73 0:00	1	16-1-73 12:00	0	0	27,9	19,9	
MRED0001-010	1	18-1-73 0:00	1	17-1-73 12:00	0	0	28,9	19,9	
MRED0001-010	1	19-1-73 0:00	1	18-1-73 12:00	0	0	33,9	19,9	
MRED0001-010	1	20-1-73 0:00	1	19-1-73 12:00	0	0	37,9	19,9	
MRED0001-010	1	21-1-73 0:00	1	20-1-73 12:00	0	0	29,9	18,9	
MRED0001-010	1	22-1-73 0:00	1	21-1-73 12:00	0	0	30,9	13,9	

< Figura 8: Pantalla que muestra la tabla de datos generales. (tabla\_datos\_meteoro\_gral.xls)

A1	B	C	D	E	F	G
COD_ESTACION	NOMBRE	COD_POBLACION	X Lon	Y Lat	WGS84	X UTM
MRED0001	AEROPUERTO JULIY	PERICO	-65,8860000	-24,3800000	3093337,3	
RNDA1001	1001	PAMPA BLANCA	-65,1333333	-24,9166667	3587551,1	
RNDA1002	1002	LOS LAPACHOS-MAQUINISTA VERON	-65,1333333	-24,8000000	3587633,3	
RNDA1003	1003	PERICO	-65,1166667	-24,8333333	3588437,7	
RNDA1004	1004	PALPALA-GENERAL M. SAVIO	-65,2000000	-24,2500000	3581245,1	
RNDA1005	1005	JULIY-SAN SALVADOR DE	-65,3166667	-24,2000000	3589422,6	
RNDA1006	1006	YALA	-65,4333333	-24,1166667	3552324,7	
RNDA1007	1007	LEON	-65,4333333	-24,8333333	3557645,1	
RNDA1008	1008	VOLCAN	-65,4666667	-23,9166667	3552303,0	
RNDA1009	1009	TUMBAYA	-65,4666667	-23,8500000	3554330,8	
RNDA1010	1010	MAMARA	-65,4000000	-23,6166667	3561231,3	
RNDA1011	1011	TILCARA	-65,3833333	-23,5666667	3562956,0	
RNDA1012	1012	HUACALERA	-65,3500000	-23,4333333	3564426,0	
RNDA1013	1013	LUQUIA-SENADOR PEREZ	-65,3500000	-23,2833333	3566500,7	
RNDA1014	1014	HUMAHUACA	-65,3500000	-23,2000000	3566442,0	
RNDA1015	1015	ITURBE	-65,3500000	-22,9666667	3566657,0	
RNDA1016	1016	TRES CRUCES	-65,5666667	-23,9166667	3544121,0	
RNDA1017	1017	ABRA PAMPA	-65,7000000	-22,7166667	3528026,6	
RNDA1018	1018	PUESTO DEL MARQUES	-65,7000000	-22,5166667	3528865,2	
RNDA1019	1019	PUMAHUASI	-65,8833333	-22,2833333	3528534,4	
RNDA1021	1021	SAN JUANITO	-65,0333333	-24,3833333	3590069,5	

Figura 9  
Pantalla que muestra la tabla de estaciones.

### Fichas de estaciones

Siempre con el objeto de sistematizar la información, se ha diseñado una ficha modelo o tipo para la descripción de las estaciones. Estas fichas se van completando en forma paulatina ya que es necesario trasladarse hasta el sitio donde están o estuvieron instaladas con los costos que ello implica.

### DISEÑO CONCEPTUAL, LÓGICO Y FÍSICO DE LA BASE DE DATOS

#### Estructura de datos para la Base de Datos Hidrometeorológica.

A través de las actividades descriptas fue posible recopilar, resguardar, sistematizar y homogeneizar información hidrometeorológica provenientes de diversas fuentes, aunque por la cantidad de información se considero necesario emplear un Sistema Gestor de Bases de Datos (SGBD) como PostgreSQL que entre sus capacidades permite también el almacenamiento de datos espaciales.

En consecuencia y para poder implementar este sistema de SGBD, se procedió primero al diseño conceptual, lógico y físico de la base de datos.

#### Modelo de datos conceptual

Se definen las entidades necesarias para integrar la base de datos hidrometeorológica. Estas entidades se describen con sus relaciones espaciales y sus características o atributos según se muestran en la Tabla 1 y 2 respectivamente.

Tabla 1: Lista de entidades consideradas para el diseño de la estructura lógica y física de la base de datos geográfica hidrometeorológica de la Provincia de Jujuy.

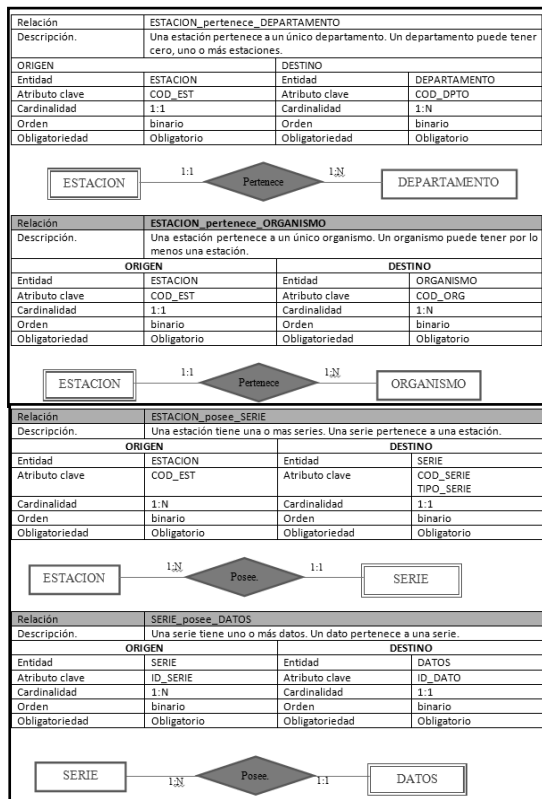
Entidad	Descripción
ESTACION (Espacial, punto)	Las estaciones Hidrometeorológicas son los equipos de mediciones con módulos de transmisión en tiempo real, ubicados en distintos puntos de la Provincia de Jujuy. Se utilizan para el registro de datos de distintas variables referidas al tiempo.
SERIE (no espacial)	Las series son las denominaciones que se le asignan a un conjunto de datos emitidos por una estación.
ORGANISMO (no espacial)	Instituciones públicas o privadas, del ámbito provincial o nacional, propietarias de las estaciones hidrometeorológicas.
DEPARTAMENTO (Espacial, polígono)	División territorial que comprende la extensión geográfica de un departamento de la Provincia de Jujuy.
DATOS (no espacial)	Datos, pertenecientes a una serie, tomados por una estación.

< Tabla 2: Como ejemplo, atributos de la entidad ESTACION.

Nombre del Atributo	Descripción
COD_EST (Código estación)	Código formado por 8 dígitos siguiendo la siguiente nomenclatura XXXXEEEE
NOM_EST (Nombre Estación)	En general, es un nombre asociado a la estación referido a su localización.
NOM_LOC_EST (Nombre Localidad estación)	Nombre de la localidad o poblado donde se ubica la estación.
X_LON_WGS84 (Longitud en el sistema WGS84)	Coordenada X de ubicación de la estación en el sistema WGS84
Y_LAT_WGS84 (Latitud en el sistema WGS84)	Coordenada Y de ubicación de la estación en el sistema WGS84
X_UTM_LOCAL (Coordenada X en el sistema local)	Coordenada X de ubicación de la estación en el sistema UTM
Y_UTM_LOCAL (Coordenada Y en el sistema local)	Coordenada Y de ubicación de la estación en el sistema UTM
ALTITUD	Atributo referido al sistema oficial que utilice la provincia
GEOM (Geometría estación)	Propiedad que contiene la representación gráfica de cada estación.



En el modelo conceptual, además de definir las entidades se deben mostrar las relaciones que entre ellas se establecen como se muestra en la Fig. 10.



< Figura 10: Relaciones entre entidades.

De igual forma, se define el diagrama modelo Entidad-Relación como lo muestra la Fig. 11

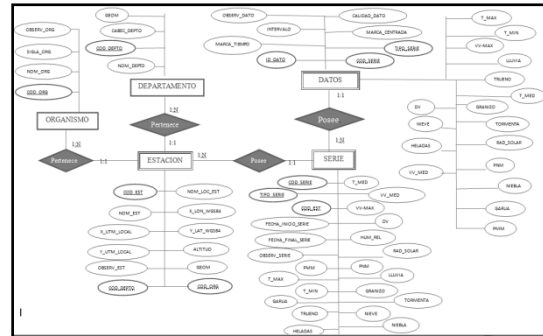


Figura 11: Diagrama Entidad-Relación

**Estructura lógica y física**

Una vez que se ha definido el modelo conceptual se procedió a elaborar el modelo lógico que expresa el diseño de las tablas asociadas a cada entidad. Es decir, el objetivo fundamental es identificar completamente a cada entidad, mediante su nombre, tipo y geometría, la amplitud requerida y diccionario de datos como se muestra en la Fig. 12 y 13.

Nombre del Atributo	Tipo Dato	Longitud	Precisión	Null.	Único.	Llave.
COD_EST (Código estación)	Texto	8	n/a	No permitido	SI	Primaria
NOM_EST (Nombre Estación)	Texto	80	n/a	No permitido	SI	NO
NOM_LOC_EST (Nombre Localidad estación)	Texto	80	n/a	No permitido	NO	NO
X_LON_WGS84 (Longitud en el sistema WGS84)	N Numérico	10	2,8	No permitido	NO	NO
Y_LAT_WGS84 (Latitud en el sistema WGS84)	N Numérico	10	2,8	No permitido	NO	NO
X_UTM_LOCAL (Coordenada X en el sistema local)	N Numérico	10	2,8	No permitido	NO	NO
Y_UTM_LOCAL (Coordenada Y en el sistema local)	N Numérico	10	2,8	No permitido	NO	NO
ALTITUD	N Numérico	7	5,2	No permitido	NO	NO
GEOM (Geometría estación)	Geometría	n/a	n/a	No permitido	NO	NO
OBSERV_EST	Texto	200	n/a	Permitido.	NO	NO
COD_ORG (Código organismo)	Texto	4	n/a	No permitido	NO	FORANEA
COD_DEPTO (Código departamento)	Texto	1	n/a	No permitido	NO	FORANEA

< Figura 12: Se observa la descripción de atributos de la entidad ESTACION.

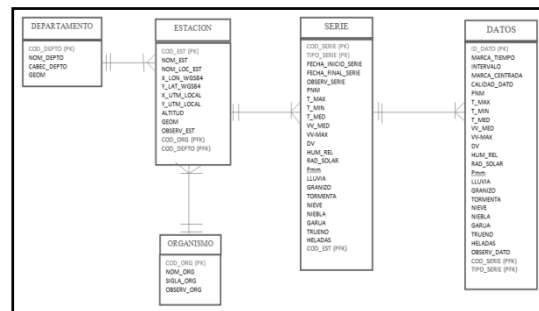


Figura 13: Diseño de la estructura lógica de la base de datos geográfica para la gestión de datos hidrometeorológicos de la Provincia de Jujuy.

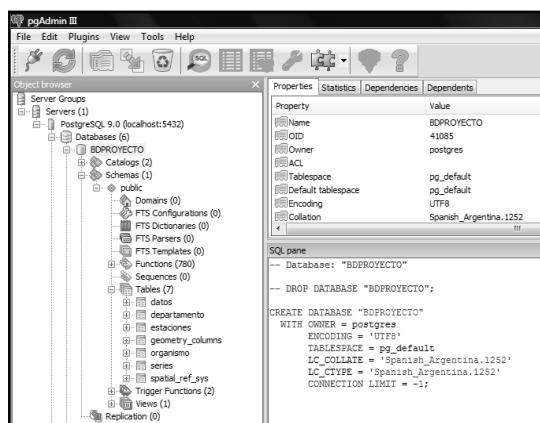
El modelo físico se refiere a la implementación de la estructura de la base de datos en el software a utilizar por lo que la información se almacena cumpliendo con sus restricciones.

**Software de implementación.**

PostgreSQL es un software gratuito y de código abierto y el tamaño máximo de la base de datos que puede manejar es ilimitado, asimismo, en la UGICH ya se ha analizado esta propiedad en

oportunidad de un trabajo final, migrando a este sistema las bases de datos catastrales de la provincia de Jujuy. (Revollo, *et.al.* 2007).

Otra de sus características son sus extensiones como “pgAdmin III” que permite crear una interfaz gráfica y PostGIS, que permite almacenar y operar con objetos geográficos, por todo ello, se ha procedido a implementar este SGBD para la gestión de la información hidrometeorológica, como se observa en las Fig. 14 y 15.



< Figura 14: Imagen de la implementación de la base de datos geográfica para la gestión de datos hidrometeorológicos en Postgres/Postgis.

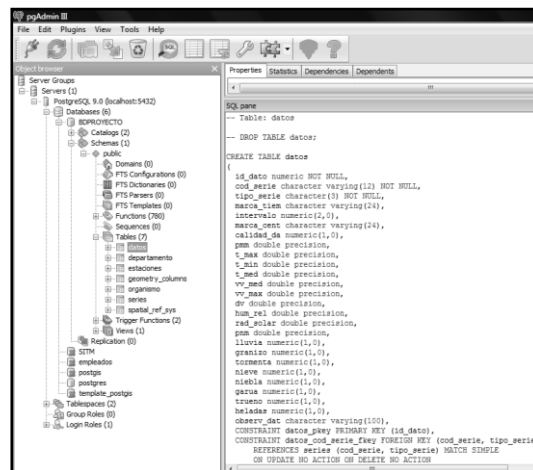


Figura 15 >

Imagen de la definición de una de las entidades de la base de datos geográfica para la gestión de datos hidrometeorológicos, en este caso de la entidad DATOS.

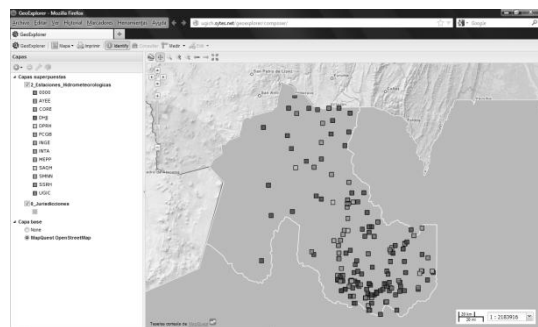
### Geodatos incorporados a la IDE\_UGICH.

A partir de la información recopilada en las distintas fases descritas, se produjo una “geodatabase de estaciones” que se incorpora al repositorio de la IDE\_UGICH (Infraestructura de Datos) Chalabe, et al. (2010) cuya representación se observa en la Fig. 1.

### PUBLICACIÓN DE LA INFORMACIÓN.

#### Servicios para acceder y compartir los datos

Entre otros de los objetivos de la AI, se encuentra la publicación de la información generada durante el proyecto. Para alcanzar este objetivo, se ha implementado un visor de mapas, específicamente el Geoexplorer, el mismo formando parte de la Opegeo Suite de la UGICH. A través de este visor es posible desplegar toda la información disponible en la base de datos hidrometeorológica implementada en postgres/postgis.



< Figura 16: Visor de Mapas.

La interfaz de usuario refleja la ubicación de todas las estaciones permitiendo acceder tanto a datos históricos como en tiempo real. En referencia a este último, se puede acceder principalmente a datos arrojados por las estaciones instaladas y actualizadas a partir de la AI.

## CONCLUSIONES

Desde el inicio de la AI se adquirieron estaciones y se readecuaron otras conformando una red no solo física sino también a nivel de recopilación y adquisición de datos, analizando las fuentes de datos, las necesidades de integrar la información y las técnicas disponibles para ello.

Entre otros productos, se ha construido una estructura de datos con su correspondiente diseño lógico, conceptual y físico que permite gestionar la información hidrometeorológica en la provincia de Jujuy, minimizando la redundancia y permitiendo que el almacenamiento, extracción, actualización y consulta sean eficientes, obteniendo resultados oportunos y confiables.

A la vez, a través de un servicio web, la administración pública en particular y distintos usuarios en general pueden disponer de esta información logrando con ello el objetivo de adecuar el sistema de registro de la información hidrometeorológica para que sirva de ayuda en la prevención de posibles riesgos.

## BIBLIOGRAFÍA

- Chalabe, S., Cañizares N. B. & J.C. Robredo Sánchez. *Infraestructura de datos espaciales (IDE) de la Unidad de Gestión Integrada de Cuencas Hidrográficas (UGICH)*. VI Jornadas de Ciencia y Tecnología de Facultades de Ingeniería del NOA. Jujuy. 2010
- Chalabe, S., Cañizares N. B., Robredo Sánchez. J.C. & J.C. Martínez. *Proyecto institucional para la Infraestructura de Datos Espaciales (IDE) de la Unidad de Gestión Integrada de Cuencas. (UGICH)*. VII Jornadas de Ciencia y Tecnología de Facultades de Ingeniería del NOA. Catamarca. 2011
- Cañizares N. B., Chalabe S. & J.C. Robredo Sánchez. *Proceso de actualización de la información geográfica de Localidades, Poblados y Parajes de la Provincia de Jujuy. Argentina*. VI Jornadas de Ciencia y Tecnología de Facultades de Ingeniería del NOA. Jujuy. 2010
- Revollo Sarmiento, N. & N.B. Cañizares, *Estudio de viabilidad de migración de entornos propietarios a libres*. Tesina de Grado para optar por el Título de Ingeniero Informático. Facultad de Ingeniería. Universidad Nacional de Jujuy. [www.ugich.com.ar](http://www.ugich.com.ar) . 2007.
- Robredo Sanchez J.C. & J. A. Mintegui Aguirre. Informe de avance: Proyecto AECI-UPM.UNJU-UGICH. [www.ugich.com.ar](http://www.ugich.com.ar) . 2010

## AGRADECIMIENTOS

A la Agencia Española de Cooperación Internacional para el Desarrollo por las oportunidades que nos brinda este Acción Integrada y a la UPM (E.T.S.I de Montes, U.D. Hidráulica e Hidrología) por dirigirla.

## 10.6- ANÁLISIS PRELIMINAR DE SUSCEPTIBILIDAD FRENTE A TSUNAMIS LACUSTRES EN COSTAS URBANIZADAS DEL LAGO NAHUEL HUAPI (RÍO NEGRO) EN BASE A LA INTERPRETACIÓN DE IMÁGENES SATELITALES Y FOTOS AÉREAS.

**Manzoni Carolina<sup>1</sup>, Delménico Agustín<sup>3</sup>, Beigt Débora<sup>1</sup> y Villarosa Gustavo<sup>1, 2</sup>**

1- INIBIOMA, (CONICET-UNCO), Quintral 1250, S.C. Bariloche

2- Centro Regional Universitario Bariloche, Universidad nacional del Comahue, Quintral 1250, S.C. Bariloche.

3- Pioneros N°4480 Dpto. 8, S. C. Bariloche

### INTRODUCCIÓN

El sismo de Valdivia del 22 de Mayo 1960, de una magnitud 9.5 MW, constituyó un antecedente importante en materia de peligrosidad en costas lacustres patagónicas, dado que a partir de dicho evento se produjo un deslizamiento subacuático que desencadenó un tsunami en las costas del lago Nahuel Huapi frente a la ciudad de San Carlos de Bariloche (Villarosa *et al.*, 2009), el cual destruyó el puerto de esta localidad. A partir del análisis de los ambientes costeros subaéreos, este trabajo se propone establecer de manera preliminar las áreas que podrían verse amenazadas en la actualidad si ocurriera un hecho de similares características al de 1960, ya que desde ese entonces la infraestructura ha variado, destacándose una mayor densidad de población y edilicia.

### METODOLOGÍA

A partir de fotos aéreas de 1940, imágenes satelitales actuales del ejido urbano de S. C. de Bariloche y Dina Huapi, apoyadas por observaciones de campo, y de un cálculo estimativo de la altura del tsunami de 1960, se identificaron nueve áreas con diferente susceptibilidad al impacto de olas extraordinarias. Los parámetros considerados para esta clasificación fueron la vegetación, la infraestructura, el grado de urbanización (Urbano, Suburbano o Rural) y las morfologías costeras más destacadas. Las áreas identificadas fueron cartografiadas en un sistema de información geográfica.

### RESULTADOS

La altura de la ola de 1960 -de 2 metros aproximadamente- fue estimada a partir de fotos inmediatamente posteriores al suceso, tanto en el Puerto San Carlos como en Puerto Pañuelo donde se pudo observar el sector de playa afectado. Tomando como referencia esta altura de ola, se caracterizaron nueve subzonas con distinta susceptibilidad frente a un impacto de ola extraordinaria de similares características (Fig. N°1).

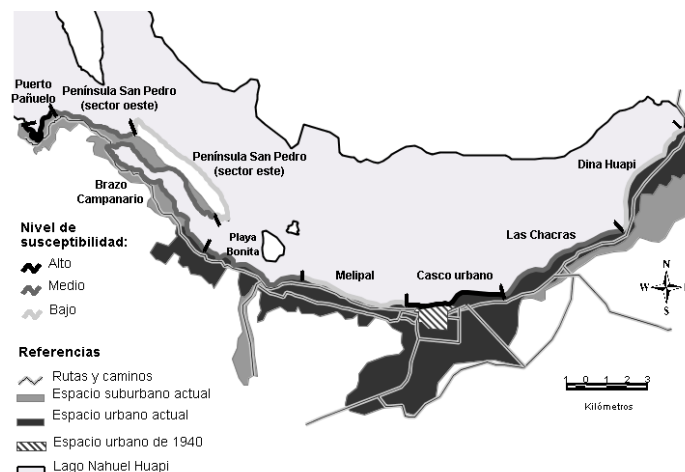


Figura N°1. Susceptibilidad frente a una ola extraordinaria en las costas de Bariloche y Dina Huapi.

El análisis de las variables en cada subzona considerada para este estudio se presenta en la tabla N°1. Estos resultados muestran que Puerto Pañuelo y las costas del casco urbano son las áreas más susceptibles ante un tsunami lacustre con condiciones similares al ocurrido en 1960.

Factores Zonas	Espacio	Vegetación	Infraestructura vial	Morfología costera	Infraestructura costera	Nivel de susceptibilidad
Puerto Pañuelo	Sub urb.	Escasa vegetación	Severía afectada.	Playas bajas	Alta	Alto
San Pedro oeste	Sub urb.	Bosque nativo	No severía afectada.	Amplias playas y bahías	Baja	Medio
San Pedro este	Rural	Bosque nativo	Ausencia.	Acantilados, playas estrechas	Baja	Bajo
Brazo Campanario	Sub urb.	Escasa vegetación	Bien desarrollada	Playas angostas con Pendientes bajas	Alta	Medio
Playa Bonita	Urbano	Escasa vegetación	No severía afectada.	Playas amplias y angostas de moderada a baja pendiente y acantilados	Baja	Medio
Melipal	Urbano	Escasa vegetación	No severía afectada.	Playas amplias, rocosas y acantilados	Alta	Bajo
Casco urbano de Bariloche	Urbano	Escasa vegetación	No severía afectada.	Playas amplias	Media	Alto
Las Chacras	Urbano	Escasa vegetación	Severía afectada por sectores.	Playas amplias	Baja	Medio
Dina Huapi	Urbano	Escasa vegetación	No severía afectada	Amplias playas de suaves pendientes.	Baja	Bajo

Tabla N°1

## REFERENCIAS

Ichinose, G. A., Satake, K., Anderson, J. G. Schweickert, R. A. y Lahren, M. M. The potential hazard from tsunami and seiche waves generated by future large earthquakes within the Lake Tahoe basin, California-Nevada. *Geophysical Research Letters* 27: 1203-1206. 2000.

UNDHA/GENEVA. "Tsunamis". Evaluación de la población y planes de uso del suelo para mitigar sus efectos. Decenio Internacional para la Reducción de Desastres Naturales – DIRND". Perú. 1994.

Velásquez Andrés, Meyer Hansjürgen, Peralta Henry. Zonificación de amenazas por tsunami y licuación en el litoral de Nariño. 2002.

Villarosa G., Outes V., Gomez E. A., Chapron E., y Ariztegui D. origen del Tsunami de Mayo de 1960 en el Lago Nahuel Huapi, Patagonia: Aplicación de técnicas batimétricas y sísmicas de alta resolución. 2009.

## 10.7- EL FACTOR HUMANO EN EL RIESGO POR EROSIÓN RETROCEDENTE DEL RÍO GRANDE DE JUJUY ENTRE VOLCÁN Y “PEÑA AZUL” (DEPARTAMENTO TUMBAYA, PROVINCIA DE JUJUY).

**Reinhold S. G. Weigert<sup>1</sup>, Susana A. Chalabe<sup>1,2</sup> & Luís E. Maigua<sup>1</sup>.**

(1) Proyecto AECI-UPM-UNJU. Unidad de Gestión Integrada de Cuencas de la Provincia de Jujuy. UGICH.

reinwei@gmail.com, luismaigua@gmail.com

(2) Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Jujuy.

chalabe@arnet.com.ar

### RESUMEN

La localidad de Volcán, Jujuy, asentada en la margen derecha del río Grande de Jujuy, se halla inmersa en un complejo sistema morfogenético, en el que los procesos de erosión y de remoción en masa que participan se combinan para conformar un accidentado relieve. El modelado fluvial y el escurrimiento concentrado dominan el entorno y las geoformas de acumulación resaltan la topografía local, como es el caso del arroyo del Medio, cuyo cono aluvial tiene una incidencia extraordinaria sobre el tramo medio del mencionado río. Las reiteradas obstrucciones del curso fluvial por las coladas de barro del mencionado arroyo, las consiguientes inundaciones históricas del pueblo y la destrucción de las vías de comunicación, especialmente los años 1945-1946, 1972 y 1984 motivaron la intervención humana en la construcción de defensas y otras obras de corrección de cauce en un intento de proteger la aguda erosión de las márgenes y frenar los deslizamientos que se generaban en las terrazas fluvio-lacustres presentes en el pueblo. Las acciones humanas terminaron por constituir un factor más en el desequilibrio erosivo del propio río Grande de Jujuy, con consecuencias graves.

### INTRODUCCIÓN

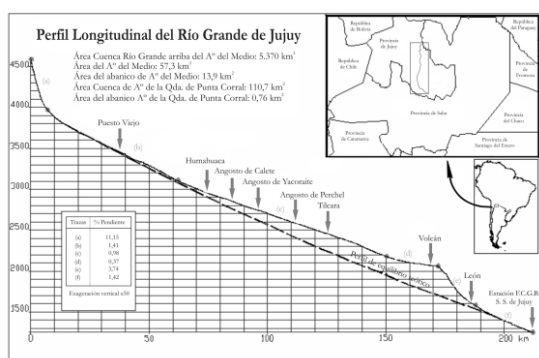
La localidad de Volcán se halla ubicada en la Quebrada de Humahuaca, a 47 km al norte de la ciudad de San Salvador de Jujuy. Constituido en uno de los sitios más relevantes en cuanto a la complejidad e impacto ocasionados por los procesos de erosión y movimientos gravitatorios en masa, Volcán se halla inexorablemente ligado a la dinámica del río Grande de Jujuy y a los fenómenos de flujos densos provenientes de varias quebradas laterales especialmente los del arroyo del Medio.

A partir de las desembocaduras de las quebradas de Coiruro y de Tumbaya Grande (a 7 km al norte del pueblo) hasta el extremo norte del cono aluvial del mencionado arroyo, el diseño del valle del río Grande de Jujuy muestra características muy singulares. El río discurre sobre una planicie ensanchada sobre la cual se emplazan viviendas, instalaciones industriales, vías de comunicación y campos de cultivo y de pastoreo. A su paso por la localidad de Volcán, el curso fluvial no solo exhibe un diseño “anómalo” de su cauce para un típico río de montaña Igarzábal et al. (1996) calificaron el particular diseño del río como de tipo meándrico, con sinuosidad de alta inestabilidad- sino que presenta fenómenos de profundización de su lecho y socavación de los márgenes.

Las aguas fluyen entre terrazas que ganan altura a medida que el río corta los horizontales depósitos finos de origen fluvio-lacustre, hasta alcanzar la extraordinaria altura de 26 m, en el sitio donde toma contacto con los heterogéneos y gruesos sedimentos del cono aluvial del arroyo del Medio.

En este sector se ubica un “estrecho” del río, conocido como “Peña Azul”, que es el resultado conjunto de una intervención humana y a la acción erosiva del río. Las fuertes acumulaciones sedimentarias en forma de conos aluviales ocasionan estrechamientos en el cauce principal y originan rupturas en el perfil longitudinal del río Grande de Jujuy. Particularmente en el tramo comprendido entre las localidades de Tumbaya (2.093 msnm) y el extremo distal SE del cono aluvial del arroyo del Medio (2.050 msnm Estación de Bárcena), representa el sector más conflictivo del mismo, debido a los efectos y repercusiones en el comportamiento hidrodinámico del río por la incidencia del citado cono (Brandán et al., 2005).

Esta situación se refleja en el comportamiento de las pendientes a lo largo del río ya que las mismas crecen gradualmente desde el pueblo de Tumbaya (0,98 %) a la de Pueblo Viejo (1,41 %), a lo largo de 180 km. En cambio, desde Tumbaya a la localidad de Volcán las pendientes decrecen a un valor mínimo de 0,37 % para luego incrementarse bruscamente lo largo del extremo distal del cono del arroyo del Medio. Hasta León, en un recorrido aproximado de 12 km, las pendientes alcanzan el valor máximo de 3,74 % para reducirse paulatinamente a 1,42 % en la ciudad de San Salvador de Jujuy, punto considerado como nivel de base local. Perturbaciones de tal magnitud tienden con el tiempo a potenciar la ruptura del perfil longitudinal del río Grande de Jujuy (Fig.1) y a modificar el comportamiento dinámico del mismo.



< Figura 1. Perfil longitudinal del río Grande de Jujuy (tomado de Brandán op cit., 2005).

En efecto, a medida que el río fluye hacia Volcán su diseño se asemeja a la de un meandro hasta superar en “Peña Azul” los 15 m de altura. Este sitio, constituye un punto de desequilibrio del nivel de base local del río Grande de Jujuy por cuanto su cauce fue alterado y la incisión vertical de los sedimentos ocasionó posteriormente una onda erosiva aguas arriba, con graves efectos sobre la estabilidad de las

paredes de las terrazas y la pérdida de áreas de cultivo, la destrucción de obras civiles y la seguridad misma de los pobladores.

## LA INTERVENCIÓN HUMANA EN EL CAUCE DEL RÍO GRANDE DE JUJUY

Exponer la compleja situación actual de Volcán frente a los fenómenos naturales y tratar de deshilar las múltiples intervenciones humanas realizadas en el cauce del río Grande de Jujuy con el fin de “corregir los efectos dañinos del mismo” es retrotraer las crónicas más de 60 años. En efecto, en el verano de 1945-1946 Volcán es anegada por un embalse natural del río Grande de Jujuy como consecuencia de un edicamiento que generaron las coladas de barro provenientes del arroyo del Medio. Para salvar la situación de inundación del pueblo e impedir posteriores embalses del río, se realizaron dos acciones conjuntas:

- 1) Evacuar la masa de agua y barro retenida del río. Para esto, se decidió emprender la excavación de un canal de desagüe (Souilhé, 1988). De la ruptura resultó una rectificación del cauce fluvial por la cual el río Grande de Jujuy abandonó el antiguo curso que bordeaba el afloramiento rocoso en la margen izquierda, detrás del cementerio de Volcán y adoptara el actual rumbo.
- 2) “Evitar en el futuro efectos similares sobre el pueblo de Volcán”. El personal del ex F.C.G.B. construye un tapón de mampostería de piedra (llamado “El Salvador”) sobre el cauce de un arroyo que se dirigía hacia aquella dirección, ubicado una distancia aproximada de 5 km al oeste de las vías férreas y con ello desviar los torrentes de barro hacia otro conocido como arroyo del Medio, el cual

recibía las aguas de las quebradas laterales de Pallta Loma, Las Cuevas y otras menores, ubicadas en la margen derecha del arroyo.

Por efecto de este tapón se piensa que el curso del arroyo del Medio fue “corregido, haciéndolo en forma casi recta en todo su trayecto atravesando por el famoso puente en bóveda y desembocando sobre el río Grande, a una distancia desde el puente de 150 m” (Souilhé, op cit., 1988).

Después de la canalización, los torrentes de barro alcanzaron progresivamente el cauce principal y una vez restablecida la circulación fluvial, la capacidad erosiva del río Grande de Jujuy se desplazó aguas abajo del extremo distal del cono aluvial, eliminando los periódicos depósitos que aportaba el arroyo del Medio. El accionamiento sostenido de las aguas del río propició el terrazamiento del cono aluvial y consecuentemente, la profundización del canal único e disfuncionalidad del mismo cono. Una vez lograda la brecha en “Peña Azul”, el curso del río comenzó a fluir por el nuevo cauce impuesto al tiempo que evacuaba la gran masa de agua y barro que cubrían el horizonte de Volcán. En un principio el desagüe fue muy lento pero a medida que la abertura crecía, a expensa de la rápida erosión de las pizarras, las aguas adquirieron mayor ímpetu y una cascada de varios saltos surgió entre los restos rocosos. Se iniciaba así una nueva etapa erosiva del río pero esta vez debido al incremento local de la pendiente, proceso que aún hoy continúa.

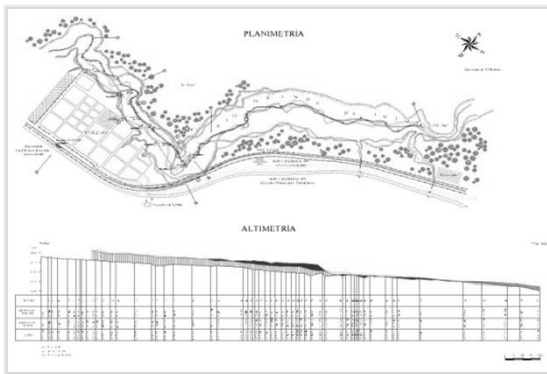
El encauzamiento de los torrentes de barro por el arroyo del Medio implicó una solución aparentemente rápida, tendiente a evitar otro aluvión sobre el pueblo de Volcán. La concentración del escurrimiento del arroyo del Medio en un canal único, generó la disfuncionalidad de la superficie del cono, que puso fin a su desarrollo (Igarzábal op cit., 1996).

En 60 años, el escurrimiento encontró en el cauce del arroyo del Medio la pendiente suficiente como para provocar el fenomenal proceso erosivo, que hoy se traduce en una garganta de unos 15m promedio de profundidad por unos 30 a 40 m de ancho (Souilhé, op cit, 1988). Por casi 40 años, los efectos de los flujos densos en las comunicaciones viales permanecieron sensiblemente atenuados gracias a los trabajos antes descriptos. No obstante, el deterioro sistemático de los mismos y la inutilización del puente en bóveda (debajo del cual escurría los torrentes) llegó finalmente con el levantamiento del ferrocarril. La situación en Volcán era crítica, y existe extensa bibliografía sobre el tema (Hansen, 1984); (Chayle y Agüero, 1987); (Souilhé, op cit., 1988); (Igarzábal y Rivelli, 1996); (Matteoda, 1986); (Matteoda, 1994); (Castro, 1999); (Weigert, 2007).

### **MONITOREO DE LAS INTERVENCIONES. MÉTODOS.**

En vista de la compleja situación imperante en la localidad y la multiplicidad de factores (naturales y socio-económicas) involucrados en el mismo, el monitoreo de las intervenciones humanas ante los peligros naturales suscitados por acción del curso fluvial en el pueblo de Volcán fue llevado a cabo mediante la prosecución de un detallado relevamiento topográfico que había efectuado la Dirección Provincial de Recursos Hídricos entre los años 1988-1994 y que permiten comparar y cuantificar el proceso de erosión de base del río Grande de Jujuy y deslizamientos de las terrazas en un lapso de 15 años. Para el monitoreo de las intervenciones se realizó una planimetría y una altimetría del río Grande de Jujuy, entre Volcán “Peña Azul”, como se observa en Fig. 2.

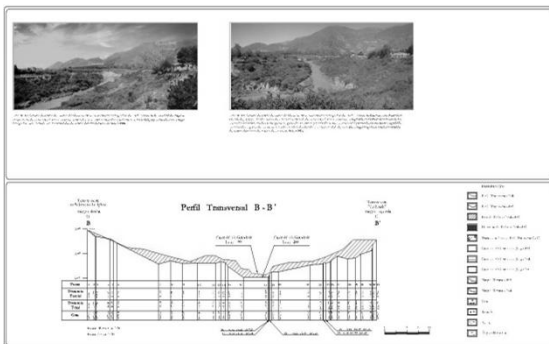




< Figura 2. Planimetría y Altimetría del río Grande de Jujuy, entre Volcán y "Peña Azul".

La distancia total recorrida fue de 2,35 km, desde el pueblo hasta un sitio denominado "Peña Azul" (ubicado detrás del cementerio del pueblo), lugar donde se produjo el colapso y la escisión de una porción del cerro a partir de 1968.

Asimismo, se procedió al levantamiento de cuatro perfiles transversales, dos de de ellos se muestra en la Fig.3 (Perfil B-B') y en la Fig.4 (Perfil D-D').



< Figura 3. Perfil transversal B-B' del río Grande de Jujuy. Volcán.

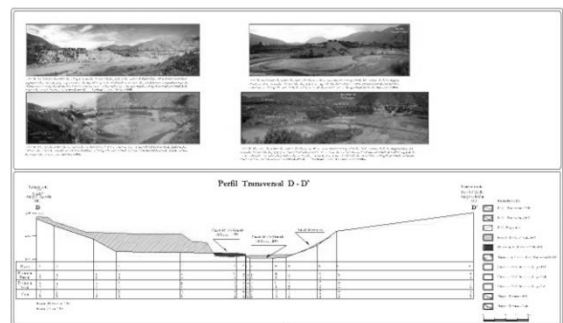


Figura 4. > Perfil transversal D-D' del río Grande de Jujuy. Volcán

Con los perfiles realizados se pudieron referir y comparar con aquellos relevamientos que se habían levantados en 1994. Los mismos ilustran en forma dramática los cambios suscitados en el curso del río Grande de Jujuy por intervención humana, que terminan siendo un factor más en el desequilibrio erosivo del curso fluvial. Del relevamiento plani-altimétrico se consideraron cuatro puntos topográficos (10, 30, 37 y 56) a fines de comparar y cuantificar la evolución de los fenómenos citados. Estos puntos representan respectivamente los sitios donde se habían iniciado los relevamientos topográficos de 1988 y 1994; el lugar donde se calculó el desnivel entre el antiguo y actual cauce del río tras la ruptura de la terraza (2004); el sitio donde se construyó el pedraplén (1988) y el extremo final del presente relevamiento topográfico (2005).

## RESULTADOS

De acuerdo a las tareas encaradas y las mediciones topográficas realizadas a lo largo del curso fluvial algunos de los resultados obtenidos son los siguientes:

- La superficie y el volumen de sedimentos fluvio-lacustres erosionados entre los años 1968 y 2005 han sido de 607.259,1350 m<sup>2</sup> y 16.083,106 m<sup>3</sup> respectivamente. Esto implicó que en los últimos 23 años la pérdida de terreno se ha incrementado en un 46,22%. La altura de las terrazas frente al pueblo supera ya los 18,16 m por lo que se calcula que la tasa promedio de profundización ha sido de 0,716 m/año en el lapso de 37 años.
- La ruptura de un segmento de la terraza este en octubre de 2004 significó la eliminación de 292 m de recorrido fluvial y la disfuncionalidad de la gran curva del meandro. El acortamiento del cauce obligó al río a salvar un desnivel de 0,65 m en sólo 129 m lo que triplicó la pendiente fluvial local (1994: 2,79 ‰; 2005: 6,37 ‰).
- El brusco aumento de la pendiente reactivó la acción erosiva de las aguas al acrecentarse la energía cinética del río. El incremento generó una profundización generalizada del cauce superior a

los 2,231 m mientras que en las terrazas se instalaron nuevos frentes de erosión y desestabilización. Un sector en particular, exhibe conjuntamente algunos de los factores que promueven la inestabilidad y deslizamientos de los depósitos finos terrazados (Fig. 5).

d) “Peña Azul” no constituye un nivel de base estable para el río Grande de Jujuy, a pesar que el mismo fluye sobre un lecho rocoso. La presencia de gran cantidad de materiales en el fondo del curso revela secuencias de socavación y deslizamientos del talud rocoso promovidos gran parte por la escasa resistencia de las rocas (pizarras y cuarcitas). Las laderas de los cerros exhiben Incluso grietas y escalones que denotan futuros deslizamientos. La altura del barranco formado por la erosión fluvial supera los 15 m.



< Figura 5. Sector de las terrazas fluvio-lacustres donde se realizó el perfil transversal D-D'. Se señala también algunos de los factores que promueven la inestabilidad de las terrazas. Volcán. Año 2005.

## CONCLUSIONES

Es inobjetable que los efectos de la erosión de base del río Grande de Jujuy y los fenómenos de deslizamientos de las márgenes frente al pueblo tienen no solo directa relación con la pérdida del nivel de base local (“Peña

Azul”) sino con una serie de intervenciones antrópicas tendientes a remediar las obstrucciones provocadas por el avance de los torrentes de barro de arroyo del Medio y el consecuente anegamiento del pueblo. Sin embargo, las intervenciones, aunque buenas en intención, resultaron desafortunadas y consiguieron agravar aún más la delicada situación abriendo nuevos frentes de amenazas. La ruptura del macizo rocoso alteró, en forma irreversible, el curso del río y desencadenó una incontrolable expansión erosiva aguas arriba que promovió la profundización del cauce, socavación y el deslizamiento de grande bloques en ambas márgenes del río.

## BIBLIOGRAFÍA

- Brandán, E. M., O. Viera y L. Viera, 2005. “Perfil longitudinal del río Grande de Jujuy, Quebrada de Humahuaca”. XVI Congreso Geológico Argentino La Plata, Tomo 4: 521-528. Buenos Aires, República Argentina.
- Castro, H., “El riesgo ambiental en la Quebrada de Humahuaca: componentes, percepciones y repuestas”. Documento de Trabajo Nº 4, Proyecto “Ambiente y Sociedad en los Andes: estrategias y políticas”. Instituto de Geografía, Facultad de Filosofía y Letras, Universidad Nacional de Buenos Aires. 1999. Disponible en: [www.geog.leeds.ac.uk/research/andes/frangev.htm](http://www.geog.leeds.ac.uk/research/andes/frangev.htm).
- Chayle, W. y P. N. Agüero, “Características de remoción en masa en la cuenca del río Grande”. Revista del Instituto de Geología y Minería de Jujuy, 7: 107–121. San Salvador de Jujuy, República Argentina. 1987.
- Hansen, E. B., “Amenaza de peligro a la población de Volcán por erosión en la barrancas de la margen derecha del río Grande de Jujuy”. Informe Técnico. Archivos ex Dirección de Hidráulica de Jujuy, Secretaría de Estado de Obras y Servicios, Gobierno de la Provincia de Jujuy. Biblioteca UGICH - Jujuy. San Salvador de Jujuy, República Argentina. 1984.
- Igarzábal, A. y F. Rivelli, “Incidencia del cono del Arroyo del Medio en el desajuste del río Grande (Quebrada de Humahuaca, Provincia de Jujuy)”. VIII Congreso Geológico Argentino y III Congreso de Exploración de Hidrocarburos, Actas Vol. 4: 187-199. Buenos Aires, República Argentina. 1996.
- Matteoda A., “Características generales de la cuenca del río Grande de Jujuy”. Convenio Provincia de Jujuy-Comité Hídrico Cuenca del Plata. Archivos ex Dirección de Hidráulica de Jujuy, Secretaría

- de Estado de Obras y Servicios, Gobierno de la Provincia de Jujuy. Biblioteca UGICH-Jujuy. San Salvador de Jujuy, República Argentina. 1986.
- Matteoda A., “Control de erosión en el río Grande de Jujuy-Volcán-I Etapa”. Archivos ex Dirección de Hidráulica de Jujuy, Secretaría de Estado de Obras y Servicios, Gobierno de la Provincia de Jujuy. Biblioteca UGICH - Jujuy. San Salvador de Jujuy, República Argentina. 1994.
  - Souilhé, R. F., “Efecto de la erosión de base del río Grande frente al pueblo de Volcán”. Memoria Descriptiva - Diques de Gaviones - Volcán. Archivos ex Dirección de Hidráulica de Jujuy, Secretaría de Estado de Obras y Servicios, Gobierno de la Provincia de Jujuy. Biblioteca UGICH - Jujuy. San Salvador de Jujuy, República Argentina. 1988.
  - Weigert, R. G. S., “Propuesta Metodológica y Aplicación de SIG para detectar Amenazas Naturales en la localidad de Volcán, Quebrada de Humahuaca (Departamento Tumbaya, Provincia de Jujuy)”. Tesina de grado para optar por el título de Geólogo. Escuela de Geología. Universidad Nacional de Salta. Inédita. 2007.

## 10.8- “EL RIESGO COMO CONSTRUCCIÓN SOCIAL: EL ESTUDIO DE LA PERCEPCIÓN PARA EL CASO DE LA INUNDACIÓN DEL AÑO 2007 EN SAN JOSÉ DEL RINCÓN (SANTA FE)”

**Prof. María Laura Visintini**

Departamento de Geografía. FHUC-UNL-SANTA FE.

El presente trabajo indaga acerca de los factores que operan en la construcción social del riesgo a inundaciones en una localidad de la costa santafesina, en particular, aquellos referidos a la vulnerabilidad y su relación con la percepción del riesgo, a partir del evento de inundación por anegamiento los días 27, 28 y 29 de marzo del año 2007<sup>27</sup> cuando llovieron más de 400 mm. anegando gran parte de los barrios de la localidad de Rincón y los barrios de Santa Fe aledaños<sup>28</sup>. Se considera de relevancia este evento, puesto que allí emergió un nuevo conflicto ambiental: la transformación del perfil de peligrosidad hídrica del área: la defensa contra inundaciones ofició de terraplén o dique de contención de las aguas de lluvia, es decir, una defensa que inunda.

Partiendo de un trabajo antecedente de relevamiento de problemáticas ambientales asociadas al riesgo a inundaciones<sup>29</sup> y de los resultados arribados en el mismo, se tratará de profundizar en particular sobre los conflictos y las diferentes percepciones del riesgo que tienen los pobladores en un ámbito atravesado por la dinámica natural a partir de una situación de desastre y a partir de allí establecer cuáles son las valoraciones del riesgo y en medida ésta se relaciona con los factores (culturales, sociales, económicos y ambientales) que determinan las pautas de interpretación de los riesgos.

27 Durante esos tres días se registraron más de 400 mm. Caídos, y además coincidió con una crecida de tipo ordinaria del río Paraná.

28 Colastiné Sur, La Guardia, Bajada Distéfano, son barrios que pertenecen administrativamente al municipio de la ciudad de Santa Fe.

29 *Las condiciones de riesgo ambiental en los Pueblos de la Costa (sector Sur). Informe Final*, Proyecto de Extensión de Cátedra, Facultad de Humanidades y Ciencias, Universidad Nacional del Litoral, Santa Fe. En dicho informe se constata/describe, en primer lugar, la peligrosidad del área desde el punto de vista de la dinámica natural, ya que en la misma acontecieron durante el siglo XX, 5 inundaciones asociadas al régimen de crecidas extraordinarias (cuando supera los 5,70 mts. del hidrómetro del Puerto de Santa Fe, es decir zona de evacuación) del río Paraná en su tramo medio. Este es el punto de partida para pensar luego, en las dimensiones sociales que lo atraviesan.

La localidad de San José del Rincón, se encuentra situada en forma contigua hacia el noreste a la ciudad de Santa Fe y ubicada geomorfológicamente en el valle de inundación del río Paraná. Forma parte de la zona conocida local y regionalmente como “la costa santafesina”. En los últimos 20 años, la localidad ha experimentado una serie de cambios y transformaciones territoriales a partir del desarrollo de dos procesos socio-demográficos:

- Urbanización creciente
- Crecimiento de la población

Estos procesos se producen en un marco de nuevas racionalidades en relación al ambiente y de nuevas valoraciones del uso del suelo y de la naturaleza: construcción de residencias, barrios cerrados, countries (nuevos mercados de tierra urbana), dando lugar a otras problemáticas que emergieron o irrumpieron con fuerza a partir de una situación de desastre que no tenía antecedentes.

Se piensa que la perspectiva constructivista del riesgo, desde las argumentaciones de Mary Douglas, M. (1982) sobre la aceptabilidad del riesgo, permiten comprender las diferentes valoraciones del riesgo y sobre todo, su relación con las instituciones, las normas y valores que le dan sentido y difusión al mismo, puesto que la relación entre riesgo ambiental y constitución social está dada por la elección de riesgos que cada sociedad asume enfrentar (y aquellos que decide ignorar).

La estructura del trabajo es la siguiente: en primer lugar, se introducen algunos conceptos teóricos que deben tenerse en cuenta para el análisis de estos procesos, en particular sobre la cuestión ambiental y la problemática de los riesgos como construcciones sociales, sobre la percepción del riesgo, vulnerabilidad e incertidumbre, y sobre la problemática del riesgo y el ambiente en las ciudades ribereñas. Se contextualiza el caso de estudio en relación a las vulnerabilidades, incertidumbres, conflictos y tensiones por el uso del ambiente en la localidad de San José de Rincón. Posteriormente se comenta brevemente la metodología utilizada en esta investigación en la que se realizaron entrevistas a informantes clave (funcionarios públicos, representantes de instituciones civiles y ongs) y entrevistas semiestructuradas a pobladores del lugar que tienen diferente tipo de ocupación, género y tiempo de permanencia (nuevos y viejos residentes). También se trabajó con información hemerográfica, fundamentalmente del Diario El Litoral (Santa Fe). En tercer lugar, se desarrolla sobre la localidad estudiada lo acontecido y analizado en el 2007 con relación al marco conceptual planteado.

## **INDICE**

<b>INTRODUCCIÓN</b>	9
<b>OBJETIVOS</b>	9
<b>INFORMACIÓN GENERAL</b>	10
<b>PROGRAMA PRECONGRESO</b>	14
<b>CURSO: "GESTIÓN DE RIESGO DE DESASTRES"</b>	15
<b>SEMINARIO DE EMPLEO DE TECNOLOGÍAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA PARA LA GESTIÓN Y REDUCCIÓN DE RIESGOS DE DESASTRES</b>	16
<b>PROGRAMA CONGRESO</b>	17
<b>CONFERENCIAS PLENARIAS</b>	19
<b>SESIONES Y MESAS REDONDAS</b>	22
<b>SIMPOSIO 1– LA POLÍTICA PÚBLICA Y SU RELACIÓN EN LA GESTIÓN Y REDUCCIÓN DE RIESGOS</b>	
1.1 Usted necesita una política pública para mitigar un desastre natural, social o tecnológico; no es así? Lejos de la retórica, más cerca de la realidad. Martínez-Sacristan, H.	31
1.2 El aire en la agenda pública de grandes ciudades. Temas en debate y actores involucrados en la CABA-Ciudad Autónoma de Buenos Aires. Ana María Murgida, Claudia F. Guebel & Claudia E. Natenzon	32
1.3 Políticas públicas: una respuesta a los efectos de los desastres en población vulnerable. Caso de la erupción del volcán Chaitén. Chile	35
1.4 Comunicación y gestión de riesgos de desastres. Aportes para la construcción de una cultura de riesgo. Caso Catamarca	35
1.5 Política pública de prevención. El desafío de visibilizar lo intangible. Caso Catamarca	45
<b>SIMPOSIO 2– LEGISLACIÓN Y RIESGOS DE DESASTRES</b>	
2.1 Marco legal y administrativo en materia de cambio climático en la República Argentina Sayago, Florencia.	53

---

**SIMPOSIO 3– LOS RIESGOS DE DESASTRES Y LA SUSTENTABILIDAD TERRITORIAL**

3.1	Cartografía de la aptitud de los suelos con fines ingenieriles en la ciudad de San Miguel de Tucumán, provincia de Tucumán.	55
3.2	Deslizamientos en sectores de los partidos de Tandil y Benito Juarez (Tandilia, Provincia de Buenos Aires).	62
3.3	Desarrollo sustentable y mitigación de los efectos del riesgo sísmico en el Valle de Zonda, San Juan, Argentina.	72
3.4	Evaluación de los Pasivos Ambientales Mineros de la Mina Incahuasi – Catamarca, Argentina.	74
3.5	Riesgo Sísmico en la Provincia de Jujuy LRDST AS.	82
3.6	Análisis neotectónico del corrimiento la cantera, precordillera central, San Juan, Argentina. Su evaluación como fuente sismogénica potencial.	89
3.7	Evaluación de la sustentabilidad de un sistema nogalero natural reconvertido.	91
3.8	Uso del Índice QBR (Calidad de Bosque de Ribera) como indicador del riesgo de inundación en la cuenca distal del río Gastona. Provincia de Tucumán. República Argentina.	99
3.9	Algunos problemas puntuales en el valle Antinaco-Los Colorados del recurso hídrico. Consumo humano y ordenamiento territorial.	107
3.10	Caracterización morfológica del arroyo Potrero Grande – Salta	108
3.11	Evaluación del grado de torrencialidad de los ríos Candado y Blanco, tributarios del Andalgalá (provincia de Catamarca - noroeste de Argentina).	111
3.12	Formulación de un modelo de urbanización sustentable en la cuenca superior del Rio Grande - San Luis	119

**SIMPOSIO 4– LA PLANIFICACIÓN DEL TERRITORIO FRENTE AL RIESGO**

4.1	La ruptura del Glaciar Perito Moreno: un espectáculo único ... y un problema litoral.	125
4.2	Elementos importantes del enfoque territorial del desarrollo rural.	138

---

4.3	Incorporando el enfoque de riesgo en la planificación territorial. El caso de la Provincia del Neuquén.	140
4.4	Necesidad del reordenamiento urbano: Modelación de los potenciales impactos ambientales negativos por terremoto severo en Santiago de Cuba, incidencia en el desarrollo humano local.	148
4.5	Propuesta para el fortalecimiento de un proceso de planificación estratégica con enfoque en reducción integral del riesgo de desastre en Catamarca. R.A.	150
4.6	Las interfases físicas como estrategia para la sustentabilidad urbano territorial: el caso de la ciudad de Catamarca. República Argentina.	160
4.7	Vulnerabilidad social asociada al sismo de sectores con NBI.	161
4.8	Aportes al Mapa de Riesgo Sanitario de Santiago del Estero como Herramienta de Gestión Ambiental.	173
4.9	Mapa de riesgo sísmico en base a la relación grado geotérmico vs. magnitud en sismos superficiales del centro oeste de la Provincia de Santiago del Estero.	181
4.10	Riesgo urbano de la ciudad de Comodoro Rivadavia (Chubut): cartografía temática como instrumento del planeamiento.	190

**SIMPOSIO 5– LAS NUEVAS TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN  
GEOGRÁFICA (TIC) Y LAS INFRAESTRUCTURAS DE DATOS  
ESPACIALES (IDE) ANTE LOS RIESGOS DE DESASTRES**

5.1	Aplicación de un SIG en la modelización de escenarios de riesgo sísmico para San Juan.	193
5.2	Los sistemas de información geográfica en la evaluación del riesgo ambiental en el ejido de Villa Pehuenia.	201
5.3	Modelación numérica del riesgo por inundaciones en El Rodeo, Catamarca.	212
5.4	High resolution satellite radar interferometry for detecting and warning of ground and infrastructure instability hazards in mountainous environments.	222
5.5	Aplicaciones de los SIG al análisis y gestión del riesgo de inundaciones. Estudio de caso: márgenes del Río del Valle de San Fernando del Valle de Catamarca.	225

**SIMPOSIO 6– LOS RIESGOS DE DESASTRES Y EL CAMBIO CLIMÁTICO**

6.1	Peligrosidad Geológica en los alrededores de Trevelin, provincia de Chubut.	227
6.2	Desarrollo sostenible en el contexto del cambio climático: propuesta interdisciplinaria para la evaluación de riesgos en actividades productivas.	229
6.3	Propuesta de herramienta de gestión para mitigar los efectos del cambio climático: inundaciones.	232
6.4	Hoja de peligrosidad geológica Villa Dolores.	238
6.5	Cambio climático y evolución hidrogeoquímica de la cuenca del río Andalgalá. Prov. de Catamarca. Rep. Argentina.	240
6.6	Deslizamientos del Cerro Pícol: implicancias geodinámicas y neotectónicas.	250
6.7	Climatic and anthropogenic mechanisms of the desertification process in the Santa María Valley, northwestern Argentina.	256
6.8	Modelo geohidrológico del sistema acuífero freático-agua superficial en la región de los Bañados del Tigre Muerto - Córdoba, Argentina.	257

**SIMPOSIO 7– LA INVESTIGACIÓN ACADÉMICA Y LOS RIESGOS DE DESASTRES**

7.1	Investigación interdisciplinaria para el análisis y evaluación de riesgos de deslizamientos: el caso del municipio de Uspantán, Guatemala.	261
7.2	Zonificación de la peligrosidad de aluviones, como herramienta para la planificación territorial. Caso de estudio: Valle de Zonda, San Juan, Argentina.	264
7.3	Caracterización geológica de los depósitos de avalancha de escombros en Chuquibamba y Cotahuasi, región Arequipa.	272
7.4	Degradación de suelos por erosión hídrica en la llanura central de Córdoba. Cárcava de Corralito. Argentina.	277
7.5	Riesgo de contaminación de acuíferos en el ambiente urbano de la ciudad de Catamarca. Argentina.	285



7.6	Riesgo de colapso en el represamiento natural Laguna Atuel, provincia de Mendoza, Argentina.	288
7.7	Propuesta de prevención y recuperación Shincal de Quimivil frente al riesgo hídrico – Londres - Belén – Catamarca.	290
7.8	La geografía de los riegos naturales. Experiencias logradas en la carrera de geografía de la UTN.	292
7.9	Reducción del riesgo de contaminación en el drenaje ácido de mina (DAM) mediante tratamiento con bacterias reductoras de sulfatos (BRS).	293
7.10	Cálculo de parámetros morfométricos para determinar riesgo de inundación en subcuencas del río Cosquín, Córdoba, Argentina.	296
7.11	Consortio global de universidades para la gobernanza integrada del riesgo: una plataforma para la nueva generación de investigadores en enfoques multi y trans-disciplinarios.	302
7.12	Las dunas de los Colorados un caso de riesgo eólico para la zona - Jujuy . R.A.	305
7.13	Herramientas Metodológicas de Gestión en Terrenos Geológicos. Localidad de Balcosna.	314
7.14	El impacto de los incendios forestales en los procesos de erosión localidades Los Varelas y Los Talas- Departamento Ambato – Catamarca – Argentina.	318
7.15	Descripción geomorfológica y caracterización de los riesgos debidos a procesos geomorfológicos en el tramo La Merced - Huaycama, Dptos. Paclin y Valle Viejo - Catamarca- Argentina.	324
7.16	Empleo de fitoremediación para el control drenaje ácido.	326
7.17	Procesos de Piping en el paraje El Barrialito. Cuenca del río Anzulón. Provincia de La Rioja.	329
7.18	Identificación de los riesgos geomorfológicos presentes en la ruta El Rodeo-La Puerta- Dpto. Ambato-Catamarca.	329
7.19	PMBOK® en el gerenciamiento de Proyectos de Riesgos de Desastres.	331

---

**SIMPOSIO 8– EL SECTOR EDUCATIVO Y LA PREVENCIÓN DEL RIESGO DE DESASTRES**

8.1	Aportes para la reducción de la vulnerabilidad educativa.	339
8.2	Enfoques sobre riesgo y desastres en algunos manuales escolares disponibles en la actualidad en la ciudad de San Juan, Argentina.	351
8.3	Formación académica en mitigación de desastres en Ingeniería Industrial.	358
8.4	Incrementar la Seguridad y Resiliencia Sísmica en la Escuela.	366
8.5	Habitar la universidad reduciendo riesgo sísmico.	369
8.6	Los desastres naturales como eje de articulación entre sistema de educación superior, el de educación media y la comunidad de Unquillo provincia de Córdoba (R.A.).	369
8.7	Propuesta pedagógica de la materia Hábitat en Riesgo, en la Universidad Nacional de Córdoba.	372

**SIMPOSIO 9– EL SISTEMA DE SALUD FRENTE A LAS EMERGENCIAS Y CATÁSTROFES**

9.1	Caracterización espacial de la vulnerabilidad a partir de datos generados por el sistema de salud.	375
9.2	Metodología para control de epidemias.	380
9.3	Epidemiología espacial de los trastornos de estrés postraumático en Chile a partir del terremoto del 27-F.	383
9.4	Health effects from exposure to atmospheric dust and other particulates. Defining the risks from a medical geology perspective.	388
9.5	Programa de Investigación en Geología Médica. Una propuesta de integración de las Ciencias de la Salud y las Ciencias Básicas y del Ambiente: sumando esfuerzos para la reducción de riesgos y el desarrollo sostenible.	389

**SIMPOSIO 10– LA RECONSTRUCCIÓN Y RESILIENCIA FRENTE A RIESGOS  
DE DESASTRES SISTEMA DE ALERTA TEMPRANA**

10.1	Medidas de autosuficiencia social ante el peligro sísmico. Caso de estudio: Dptos. De Ullum y Zonda, provincia de San Juan.	391
10.2	Construcción del desastre, riesgo y reubicación de comunidades en Anganguo, Michoacán; México.	399
10.3	Visión de Primera Línea en Uruguay.	408
10.4	Las acciones de prevención frente a los desastres inundantes que produce el arroyo La Cañada en el sector sur oeste de la ciudad de Córdoba R.A.	418
10.5	Sistema de alerta temprana como herramienta de prevención de riesgos. Provincia de Jujuy. Argentina.	420
10.6	Análisis preliminar de susceptibilidad frente a tsunamis lacustres en costas urbanizadas del lago Nahuel Huapi (Río Negro) en base a la interpretación de imágenes satelitales y fotos aéreas.	428
10.7	El factor humano en el riesgo por erosión retrocedente del Río Grande de Jujuy entre Volcán y Peña Azul (Departamento Tombaya - Pcia de Jujuy).	430
10.8	El riesgo como construcción social: el estudio de la percepción para el caso de la inundación del año 2007 en San José del Rincón (Santa Fe)	435



Se termino de Imprimir  
en los Talleres Gráficos de la  
Editorial Científica Universitaria  
Secretaría de Ciencia y Tecnología  
Universidad Nacional de Catamarca

---

Su tiraje 200 ejemplares  
Mayo de 2013