



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CATAMARCA  
FACULTAD DE TECNOLOGIA Y CIENCIAS APLICADAS  
LICENCIATURA EN GEOLOGIA

---



**Seminario:**

***"GEOLOGÍA DEL DEPARTAMENTO SANTA ROSA -  
PROVINCIA DE CATAMARCA"***

ALUMNO: **Marcelo Adrián Costello**

Matrícula Universitaria. : **N°0469**

DIRECTOR: **Dr. Jorge Enrique Eremchuk**

**Junio / 2017**

## Índice

---

1.- RESUMEN .....	1
2.- INTRODUCCIÓN .....	2
3.- MARCO GEOGRÁFICO.....	3
Ubicación Geográfica .....	3
Límites políticos.....	3
Vías de accesos .....	4
Superficie y Demografía .....	5
Clima .....	6
Unidades fitogeográficas .....	7
Ríos del departamento Santa Rosa .....	9
4.- MARCO TEÓRICO .....	11
Estado del Conocimiento .....	11
5.- METODOLOGÍA .....	13
6.- RESULTADOS ALCANZADOS.....	17
Geología de Santa Rosa.....	17
Estratigrafía .....	17
Paleozoico .....	17
Cenozoico .....	27
Paleógeno y Neógeno del departamento Santa Rosa - Prov. de Catamarca .....	35
Cuaternario .....	44
Pleistoceno .....	45
Holoceno.....	56
7.- CONCLUSIONES .....	83
8.- BIBLIOGRAFÍA .....	86
9.- ANEXOS.....	91

## 1.- RESUMEN

---

El Departamento Santa Rosa se halla ubicado al noreste de la Provincia de Catamarca, en donde afloran rocas de diversas edades que fueron descritas y definidas en su mayoría por Atilio C. Battaglia en 1982, entre otros autores. El análisis crítico de la bibliografía existente, determinó que las unidades geológicas presentaban una serie de problemas de correlación espacial y temporal, con unidades descritas por otros autores en áreas vecinas, por lo que se planteó desarrollar un reordenamiento de los datos existentes que contemplen los criterios utilizados por estos. Las actividades desarrolladas en el área de trabajo, permitieron establecer la extensión de las unidades yacientes hacia nuevos sectores, que no estaban representadas en la cartografía existente. La labor incluyó la revisión crítica y reajuste de la información a través de metodologías clásicas de levantamiento de perfiles sedimentarios de edad Cenozoicas, fotointerpretación geológica, descripciones geomorfológicas del terreno y análisis de muestras sedimentarias en laboratorio, con las cuales se desarrollaron clasificaciones cualitativas de sus texturas. El resultado final corresponde a una nueva cartografía geológica del Departamento Santa Rosa, a escala 1:200.000 que extiende las unidades sedimentarias a nuevos sectores y una reinterpretación de información geológica de cada eristema, plasmado en un informe que mantiene la estructura típica de una Hoja Geológica y que hizo hincapié en los razonamientos y conclusiones existentes más los aportes generados en este trabajo. El paleozoico fue representado por una compleja serie de rocas metamórficas y cuerpos ígneos descritos por diversos autores, que al comparar cada criterio, permitió generar una síntesis y un ordenamiento de la caracterización geológica existente de los bloques serranos. El Cenozoico queda representado por secuencias sedimentarias derivadas de ambientes marinos y continentales, que fueron estudiadas y representadas nuevamente hasta sectores no son contemplados por otros autores, sumando aportes de nuevas unidades cuya génesis se atribuyen al Cuaternario para el área de estudio.

**Palabras Claves:** Unidades Geológicas; Correlación; Perfiles Sedimentarios; Hoja Geológica.

## 2.- INTRODUCCIÓN

---

El siguiente informe corresponde a un trabajo final, desarrollado para obtener el título de grado de la carrera en Licenciatura en Geología, el mismo fue elaborado bajo las normas establecidas en el Reglamento General de Trabajo Final de la Facultad de Tecnología y Ciencias Aplicadas, Universidad Nacional de Catamarca (Plan de Estudios 2014 - ordenanza N° 008-2015). Este trabajo consta de un "marco teórico", en donde se establecen los principales autores que definieron las bases teóricas utilizadas para la generación del mismo y la ubicación del área de estudio en la Provincia de Catamarca y Argentina. Una "metodología" que define las técnicas de trabajo desarrolladas en campo y laboratorio, y los "resultados alcanzados" donde se plantean las conclusiones definidas a partir de este estudio.

El área de estudio corresponde al Departamento Santa Rosa, que se encuentra ubicado al Este de la Provincia de Catamarca. El análisis de la geología de este departamento es el resultado de investigaciones generadas por diversos autores que fueron tratados en el marco de esta tesis, logrando establecer inexactitudes en las correlaciones geológicas o la ausencia de ellas, en diversos sectores aledaños al área de interés.

La actualización de la geología que se presenta, relaciona la información preexistente con datos obtenidos en trabajos de campo, efectuados en el departamento Santa Rosa y zonas aledañas. El análisis de las unidades descriptas fuera del área de interés, permitió identificar las similitudes y diferencias existentes entre unidades descriptas en los valles o depresiones tectónicas que se extienden hacia el Oeste y Sur del sector estudiado, generando una correlación coherente de las diferentes unidades geológicas, que incluye a la mayoría de los estudios realizados en el área y alrededores.

Los registros más antiguos y completos de la información analizada, corresponde a informes efectuados por González Bonorino (1950), quien confecciona descripciones de las unidades Paleógenas y Neógenas en los valles intermontanos de la provincia de Catamarca, destacando sus características principales y definiendo los perfiles tipos, útiles para correlacionar con las unidades relevadas en el área de interés. El estudio de las unidades cenozoicas consta de un relevamiento de perfiles estratigráficos desarrollados en afloramientos que no son mencionados en otros informes, redefiniendo la extensión de las formaciones pre-existentes y definiendo nuevas unidades en el Departamento. Los datos existentes de las unidades terciarias, presentaron extensiones confusas en el terreno, que no fueron relacionadas por otros autores a secuencias sedimentarias yacentes en las proximidades del departamento, habiendo sido necesario generar observaciones más allá de los límites establecidos en este trabajo. En cuanto a la caracterización de las unidades asignadas al cuaternario, estas fueron estudiadas en base a levantamientos de perfiles sedimentológicos y muestreos de campo, de los cuales se obtuvo una serie de análisis texturales que contemplan las fracciones sedimentarias constituyentes de cada perfil, permitiendo diferenciar las unidades según el sector en donde se desarrollan.

### 3.- MARCO GEOGRÁFICO

#### Ubicación Geográfica

El área de estudio, corresponde al departamento Santa Rosa, el cual se extiende al Nor-Este de la Provincia de Catamarca (Figura N°1). La zona de trabajo se encuentra a 117 kilómetros de la capital de la provincia a una altura aproximada de 620 m s.n.m. Las localidades de mayor importancia son Los Altos y Bañado de Ovanta, que conforman las dos jurisdicciones municipales del departamento.

La Municipalidad de Santa Rosa está ubicada en la cabecera departamental de Bañado de Ovanta, e incluye las localidades de Las Cañas, Lavalle, San Pedro, Ampolla, Salauca, Alta Gracia, Buena Vista, entre otras. Este municipio se encuentra dividido en cuatro delegaciones que son las localidades de mayor envergadura como Lavalle, San Pedro, Las Cañas y Cortaderas.

La Municipalidad de Los Altos mantiene su jurisdicción a las localidades de Los Altos, Manantiales, Alijilán, Bella Vista, El Desmonte, El Molle, El Saucecito, La Aguada, La Cañada y Cuchinoque, entre otros.

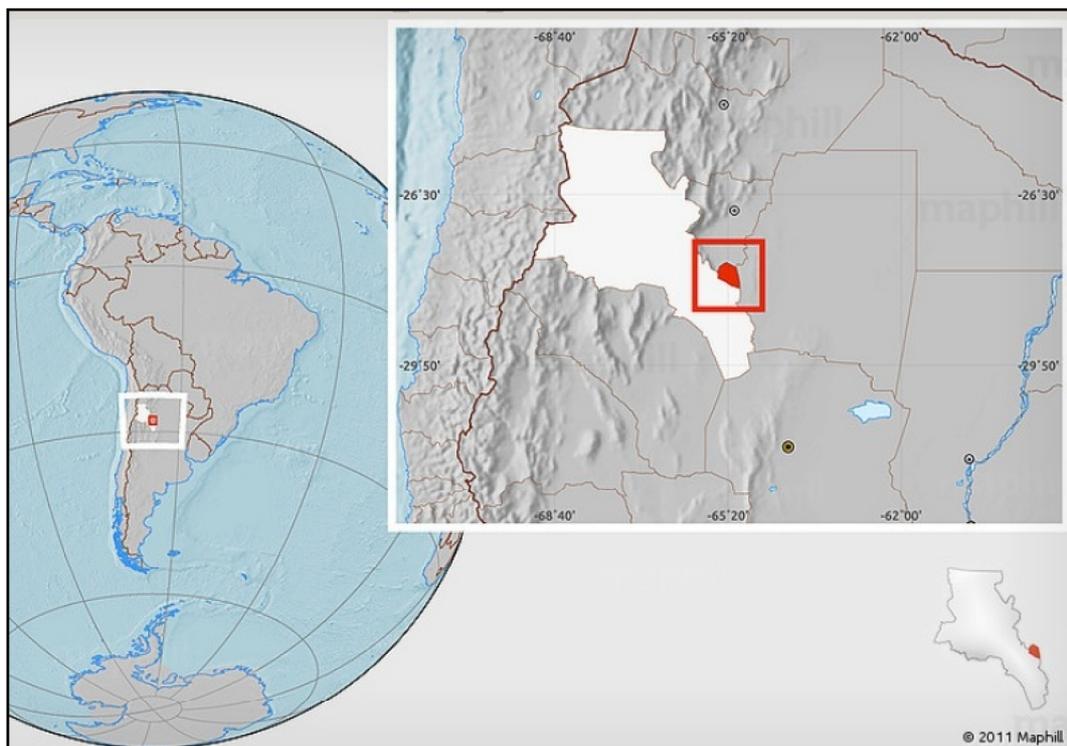
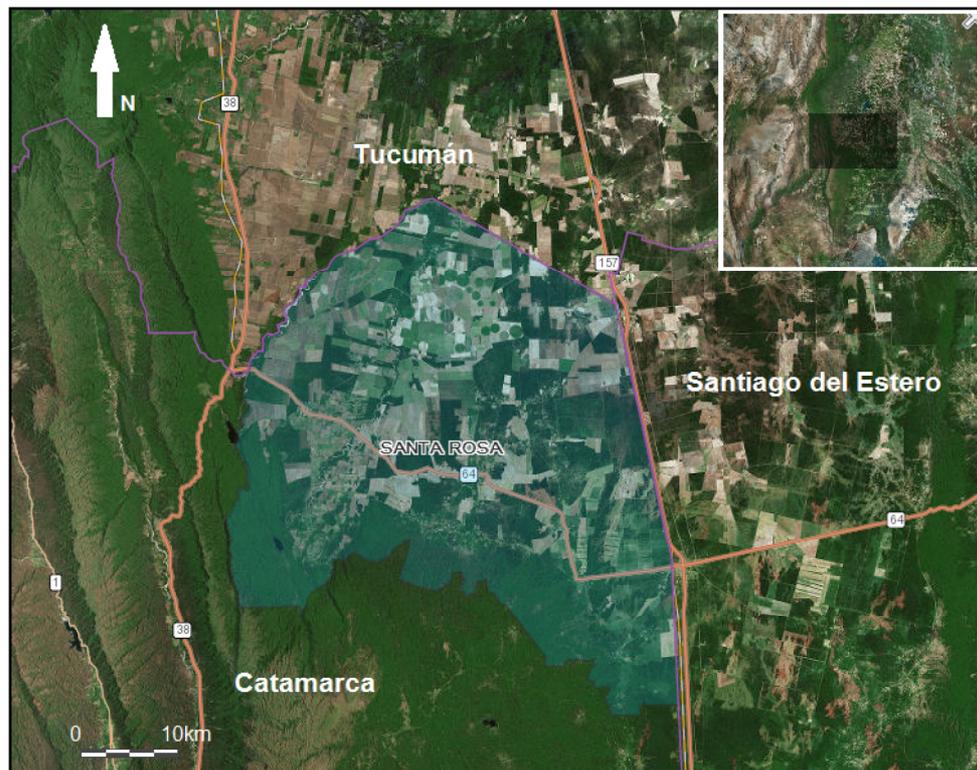


Figura N°1: Identificación del área de trabajo.

#### Límites políticos

La territorialidad del Departamento se representa en la Figura N°2. Los límites del departamento están definidos hacia el noroeste desde la confluencia del río Huacra con el río Sumampa, que también es un punto de unión entre los límites de la Provincia de Tucumán, el Dpto. Paclín y el Dpto. Santa Rosa de la provincia de Catamarca. Desde este

punto el río Huacra cambia de nombre y se denomina río San Francisco, el que continúa con dirección noreste, definiendo el límite entre las provincias de Tucumán y Catamarca, hasta su intersección con río Abra. Aquí la línea limítrofe toma dirección sudeste, hasta el cruce del río Achagón con la vía férrea "General Belgrano" en la estación de la localidad de San Pedro. Hacia el sur el límite sigue las vías férreas unos 13 km al sur de la localidad de Lavalle, donde se sitúa un punto de unión entre la Provincia de Santiago del Estero y los departamentos El Alto y Santa Rosa de la provincia de Catamarca. Luego el límite toma dirección Oeste, hasta la estribación oriental de las sierras de el Alto - Ancasti, surcando un segmento de estas sierras, para migrar hacia el noroeste, atravesando diversos cursos de agua como el río Suncho Mayo, río Molle, río Ampolla, río Las Tunas, río Ojo de Agua, río Pacará, río La Capellanía, arroyo Lampazo, y toma hacia las nacientes del río San Martín, a través de la sierras de La Viña, cambiando de dirección hacia el norte y siguiendo las cumbres de estas sierras, para luego seguir el curso del río San Martín hasta llegar al embalse de Sumamapa. Luego el límite sigue el curso del río, donde vierten las aguas el murallón del embalse, pasando a llamarse río Sumampa, hasta su unión con los ríos Huacra y San Francisco.



**Figura N°2:** Límites políticos definidos para el departamento Santa Rosa, Provincia de Catamarca

### **Vías de accesos**

Desde la Ciudad de San Fernando del Valle de Catamarca, se accede al departamento Santa Rosa a través de la Ruta Nacional N° 38 hasta el límite con la provincia de Tucumán, atravesando las localidades de El Portezuelo, Santa Cruz, Palo Labrado, Amadores, Monte Potrero y La Merced, hasta la localidad de Huacra, donde se toma la Ruta Nacional N° 64, la

cual atraviesa el departamento Santa Rosa desde el noroeste hasta el extremo sureste, uniendo las localidades de Los Altos, Bañado de Ovanta, Las Cañas y Lavalle. El recorrido total es de 117 km. (Figura N°3)

También desde la ciudad de San Fernando del Valle de Catamarca se puede circular por la Ruta Provincial N° 33 hacia el sur, hasta la localidad de San Martín y luego tomar la Ruta Nacional N° 60 atravesando la localidad de Casa de Piedra, hasta el empalme con la Ruta Provincial N° 20 circulando por la misma hacia el noreste, hasta la localidad de Recreo, donde se accede a la Ruta Nacional N° 157 hacia el norte, atravesando las localidades de San Antonio, Quirós, Frías, Tapso, hasta llegar a la localidad de Lavalle, donde se empalma a la Ruta Nacional N° 64 para ingresar al departamento Santa Rosa. Este recorrido es de 366 km.



**Figura N°3: Vías de Acceso**

### **Superficie y Demografía**

La superficie del departamento Santa Rosa es de 1.605 km<sup>2</sup>. La población en este departamento, registrada en el censo del año 2010, fue de 12.034 habitantes, de los cuales 6.323 son varones y 5.711 son mujeres, por lo que la densidad poblacional es de 7,5 hab/km<sup>2</sup>.

Según el INDEC, a partir de 1980 se registró un aumento en casi el doble de la tasa poblacional, que fue relacionada al aumento de los emprendimientos agrícola-ganaderos (Figura N°4).

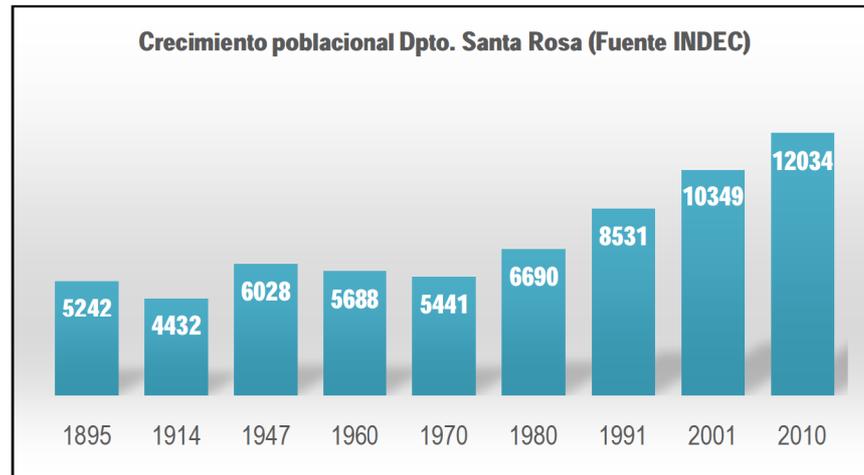


Figura N°4: Escala de Crecimiento Poblacional. (INDEC)

### Clima

El clima que presenta este departamento corresponde al clima cálido subtropical serrano, el cual constituye una estrecha faja, que pasa por Salta y Tucumán, y llega como una pequeña cuña al NE de Catamarca. Las temperaturas medias, que caracterizan a este tipo de clima, están influenciadas por la altura de la región donde se encuentre, y puede oscilar entre 12° y 18°. Generalmente las máximas precipitaciones, que son desarrolladas por este clima, se dan en verano y pueden superar los 600 mm anuales a lo largo de su extensión, aunque cuando este clima esta relacionados a configuraciones de relieves positivos, pueden alcanzar fácilmente los 1500 mm anuales.

En el departamento Santa Rosa, el clima está mayormente relacionado a los relieves positivos, donde las sierras de mayor importancia son las sierras de El Alto, Sierra de la Viña y las Sierras de Ancasti. Estas zonas serranas, se elevan a partir de los 600 hasta los 700 m., sobre el nivel del mar en el sector sudeste, mientras que en el sector sudoeste las cotas máximas que se registran pueden alcanzar hasta 1.350 m sobre el nivel del mar y donde las pendientes máximas alcanzadas son de 85%. Esta configuración del terreno genera la obstaculización de las masas nubosas y dan lugar al efecto de lluvias orográficas, como respuesta a la condensación de la humedad proveniente del océano atlántico.

El análisis de isoyetas generadas a través de algoritmos de Kriging, es el método más adecuado en casos con fuertes contrastes en los registros de precipitaciones debido a la topografía, y permite la elaboración de una representación de gradientes en la zona de interés. Para los faldeos de Ancasti, se ha definido una media anual de 630 mm (Instituto Nacional del Agua, 2010 en Eremchuk *et al.*, 2016). En la zona del departamento Santa Rosa se observa un aumento de las precipitaciones hacia el NO del departamento con valores comprendidos entre 600 mm a 800 mm anuales. El uso de isoyetas también permite observa que en los sectores serranos se genera una gran variabilidad en las precipitaciones, mientras que en el sector de llanuras es menor. Al realizar un análisis mensual de las isoyetas, los meses más lluviosos de la región son Diciembre, Enero, Febrero y Marzo, habiéndose incluido el mes de Abril, que si bien este mes presenta precipitaciones históricas menores, en los últimos dos años se han verificado pluviosidades mayores, lo que estaría relacionado a la acción del fenómeno Niño.

La norma IRAM 11.603 incluye una clasificación bioambiental de todo el país, basada en la distribución de la temperatura media anual, tomada de acuerdo a la latitud y altitud a la que se registra la información. Para la provincia de Catamarca, se considera que la distribución de las temperaturas corresponde a franjas casi paralelas a los meridianos, que abarca la totalidad del espectro térmico, teniendo clasificaciones que van de temperaturas "muy cálidas" en el Este de la provincia, hasta "muy frías" en el Oeste cordillerano. El área de estudio se encuentra ubicada en la Zona II (Cálida) - Subzona "a" (IIa), de las que se reconocen las siguientes características:

- En esta subzona, la estación crítica es el verano, con valores de temperaturas medias mayores que 24°C y temperaturas máximas mayores que 30°C. En esta estación, también se dan las mayores amplitudes térmicas registradas, con mínimos de 16°C. Las presiones de vapor de agua más altas, también se dan en el verano, con valores medios menores que 2135 Pa (16 mm Hg), en la subzona b.
- El invierno es más seco, con bajas amplitudes térmicas y temperaturas medias comprendidas entre 8°C y 12°C.

## **Unidades fitogeográficas**

### **Región Chaqueña**

El departamento Santa Rosa pertenece a la región fitogeográfica Chaqueña. Esta región se extiende en una franja que se desarrolla en el noreste y centro del país, desplegándose en una morfología de llanuras y serranías, con elevaciones comprendidas entre los 200 a 2.000 m s.n.m aunque puede llegar hasta los 3000 m s.n.m, con climas continentales cálidos. Dentro del área de estudio, esta región fitogeográfica cubre las llanuras del Este y sureste del departamento y el centro y Sur de los sistemas serranos de El Alto - Ancasti. (Cabrera., 1971)

### **Sub-Región del Chaco Semiárido**

Dentro de la región Chaqueña, Morlans (1995) define una subdivisión denominada Chaco Semiárido, que se encuentra en las llanuras del Este de Catamarca, entre 300 y 600 m s.n.m y corresponde a un sector con la mayor humedad relativa. Se desarrolla en casi la totalidad del departamento Santa Rosa, la mitad oriental del departamento El Alto y la mitad norte del departamento La Paz.

Este bosque se encuentra modificado por los desmontes que genera la actividad agro-ganadera. Las especies que más representativas de esta región, corresponden a un estrato arbóreo de gran altura, formado por *Schinopsis lorentzii* (quebracho colorado) y *Aspidosperma quebracho blanco* (quebracho blanco), y un segundo estrato arbóreo compuesto por *Zyziphus mistol* (mistol), *Celtis tala* (tala), *Prosopis nigra* (algarrobo negro), *Prosopis alba* (algarrobo blanco). También pueden encontrarse, por sectores y en mucha menor densidad, otras especies arbóreas, como *Prosopis kuntzei* (itín), *Jodina rhombifolia*, (sombra de toro), *Caesalpinea paraguariensis* (guayacán), *Cercidium praecox* (brea), *Geoffroea decorticans* (chañar), entre otros.

En el sector noroeste del departamento, se presentan condiciones de mayor humedad que el resto, y se observan en el estrato arbóreo ejemplares aislados de lecherón (*Sapium haematospermum*), guili (*Myrcianthes cisplatensis*), viraró (*Ruprechtia apetala*), zapallo caspi (*Pisonia zapallo*), y chal chal (*Allophylus edulis*). También es frecuente encontrar ejemplares de palo tinta (*Achatocarpus nigricans*) como respuesta de un aumento de la humedad. Una especie característica de los ambientes chaqueños, también presente, es la palma (*Trithrinax biflabellata*).

Las especies más características dentro del estrato arbustivo son garabato hembra (*Mimosa detinens*), piquillín (*Condalia microphylla*), abriboca (*Maytenus spinosa*), atamisqui (*Atamisquea emarginata*), garabato macho (*Acacia furcatispina*), shinqui (*Mimosa farinosa*), tala churqui (*Celtis chichape*), *Schinus* spp, lata (*Mimozyanthus carinatus*), jaboncillo (*Porlieria microphylla*), tusca (*Acacia aroma*) y lagaña de perro (*Caesalpinia gilliesii*), hediondilla (*Cestrum parqui*), ephedra (*Ephedra triandra*), yancoche (*Vallesia glabra*). Hacia el sur del departamento Santa Rosa, las condiciones son más secas, y aumenta la abundancia de especies como la jarilla (*Larreadivariata*).

### **Región de Yungas**

En el noroeste del departamento Santa Rosa en el sector serrano, se encuentra la transición entre la sub - región del Chaco Semiárido (Morlans, 1995) y la Región fitogeográfica de Yungas. A nivel continente, la presencia de esta ecoregión, está ligada a las condiciones de temperatura, humedad que varían de acuerdo a la altitud, latitud y posición en el relieve a la que se encuentre, conjuntamente con la exposición que presente la ladera en donde se ubican. Son producto de un entorno generado por la recepción de las masas húmedas que interceptan estas sierras, provenientes del Anticiclón del Atlántico Sur. En Catamarca se caracteriza por la presencia de bosques que se desarrollan entre los 500 y los 900 m s.n.m., pero las especies que en esta región fitogeográfica se desarrollan comúnmente, se encuentran entre los 500 y 2500 m s.n.m. El clima es cálido y húmedo, con lluvias principalmente estivales, con precipitaciones anuales que varían entre 900 a 2500 mm según las localidades, y la temperatura media entre 14°C y 26°C (Cabrera, 1971).

El tipo de vegetación predominante corresponde a la selva nublada, con árboles de alrededor de 30 m de altura, abundantes lianas y epífitos, y un estrato inferior muy denso formado por arbustos e hierbas. Cabrera (1971) indica que esta región fitogeográfica presenta selvas de transición más xerófilas en el límite con regiones vecinas de llanura, como es el caso de la región chaqueña, en el noroeste del departamento Santa Rosa, al que denomina Selvas de Transición. Esta sub-región, a la que el autor denomina "Distrito", presenta rangos de precipitaciones menores, que oscilan entre los 700 a 1000 mm anuales y temperaturas más elevadas.

En Catamarca los ejemplares clásicos que se pueden citar son *Anadenanthera colubrina* var., Cebil (cebil, cebil colorado, curupay) y *Schinopsis lorentzii* (quebracho colorado santiagueño), como especies dominantes en el estrato arbóreo superior, acompañados por ejemplares aislados de *Enterolobium contortisiliquum* (pacará, timbó, oreja de negro), *Juglans australis* (nogal criollo, nogal cimarrón, nogal, nogal silvestre, nogal tucumano) y *Sapium haematospermum* (lecherón, lechico, curupí), *Tabebuia impetiginosa* (lapacho, lapacho rosado) y *Pentapanax angelicifolius* (sacha paraíso).

Hacia la sección de cumbres de la sierra de El Alto - Ancasti se pueden encontrar los Pastizales de Neblina, los cuales corresponden a pastizales cespitosos donde se presentan

como dominantes (paja blanca) y *Festuca hieronymi* var., *hieronymi* (paja colorada), que se presentan como manchones discontinuos en una matriz de césped de escasa altura, y abundantes cantidades de especies de gramíneas y latifoliadas de porte rastrero.

### **Ríos del departamento Santa Rosa**

Los ríos de mayor importancia dentro del departamento, descriptos de NO a SE, corresponden al Río San Francisco también llamado Río Huacra, Río El Abra, Río Alijilán, Río Ovanta y Río Las Cañas. A continuación se detalla la ubicación y la extensión de estos en el departamento.

**Río San Francisco:** este río nace en las Cumbres de Potrerillo (Dpto. Paclín) con una dirección de escurrimiento NNO-SSE, hasta las cercanías de la localidad de La Viña, donde cambia su rumbo hacia el NE, hasta perderse en las llanuras del Dpto. Graneros, Provincia de Tucumán. Dentro del Dpto. Santa Rosa, este río atraviesa las localidades de El Tala, Las Talitas, Los Troncos y Puerta Grande. En casi todo su curso medio e inferior, este río es tomado como el límite entre las Provincias de Catamarca y Tucumán, y corresponde a uno de los tributarios de la Sub cuenca Salí-Dulce. Si bien el cauce de este río, en diferentes corridas de imágenes aéreas consultadas, se observa que el curso se infiltraba a la altura de la localidad de Santa Teresa continuándose como cauces relictos que fueron modificados por la actividad agrícola-ganadera. Las inundaciones ocurridas durante el 2014 y el 2015, generaron una reactivación de su cauce, el cual se unió con el río el Abra en el sector noroeste del paraje La Zanja.

**Río El Abra:** este río nace en la localidad Las Juntas con el nombre de Río Lampazo, durante su recorrido por el Dpto. El Alto. Cuando ingresa al Dpto. Santa Rosa, este cauce es redirigido mediante un desvío que ingresa su caudal dentro del embalse del Dique La Cañada, retomando su curso al salir por el vertedero del dique. En la zona del pie de monte este río este cauce fluvial pasa a ser renombrado como Río El Abra y presenta una dirección de escurrimiento SSO-NNE, como consecuencia del control estructural ejercido por el bloque del Alto-Ancasti en su contacto con las llanuras.

**Río Alijilán:** este río nace en la zona donde se encuentra emplazado el cuerpo granítico Los Mudaderos, descripto anteriormente dentro del "Formación El Alto", en la Sierra de El Alto - Ancasti. Sobre esta sierra, mantiene un rumbo SSO-NNE por 5 kilómetros antes de abandonar el tronco montañoso, donde cambia de rumbo hacia el NO. Pasando el cementerio de la localidad de Alijilán, este adquiere un rumbo NNE. El curso de este río, se une con paleocauces que se reactivan en las épocas de mayores precipitaciones, como es el caso del arroyo La Carpintería el cual deriva del Río El Abra. Este proceso suma caudal a la traza del río Alijilán lo que permitió en los años 2014 y 2015, que el río Alijilán se uniera con el Río El Abra al NE del empalme entre la ruta provincial N° 152 y la Ruta Nacional N° 64. Los sedimentos que caracterizan la geoforma aluvial se desarrollan en los pie de montes y son definidos por Battaglia (1982) como Formación Capellanía.

**Río Las Tunas - Ovanta:** el cauce de este río nace en el Dpto. El Alto, atravesando el bloque de basamento con rumbo N. En el pie de monte se une con diversos arroyos y ríos

de montaña, y al salir de este, gira hacia el E, en donde recibe los afluentes de ríos más pequeños como el de el río Achagaz, Piedra Pintada y Ampolla. A una distancia de 1.5 km al sur de la localidad de Bañado de Ovanta, el río cambia su rumbo hacia el NNO y genera un meandro que bordea a esta localidad. El río Ovanta registraba en las fotografías aéreas del año 1968 la insumisión de su caudal a unos 6 km al norte de esta localidad homónima, pero en los años 2014 y 2015 el aumento de las precipitaciones generaron una modificación en los caudales que este transportaba, provocando el escurrimiento de sus aguas a través de campos de cultivos que se transportaban con rumbo NO hasta confluir con el Río El Abra, a la altura de la localidad de La Bajada.

**Río Las Cañas:** este río nace al SE de la localidad de Las Cañas, sobre los bordes de las sierras de El Alto-Ancasti. Corresponde a una cuenca pequeña que conduce caudales de poca importancia en el presente y que drena sus aguas desde el SO al NE. No se descarta que esta cuenca haya tenido otro régimen hídrico en el pasado, y que el cauce se encuentre obliterado por la actividad agrícola - ganadera, lo cual explicaría la presencia de bajos u hondonadas que se observan en las cercanías de la Ruta Nacional N°157, a unos 10 km al Norte de la localidad de Lavalle.

#### 4.- MARCO TEÓRICO

---

##### Estado del Conocimiento

En un marco general, las primeras descripciones de Sierras Pampeanas como una unidad morfoestructural, fueron generadas por Stelzner en 1875, quien caracteriza un sistema de bloques con orientación meridional, cuya génesis fue consecuencia de una historia geológica que relaciona el margen proto-andino con Laurentia.

En 1979 Caminos analiza las características litológicas, patrones estructurales y evolución tectónica de la faja metamórfica occidental de Sierras Pampeanas y genera la división de esta unidad morfo - estratigráfica definiendo las Sierras Pampeanas Occidentales y Orientales. Estudios generados por Aceñolaza y Toselli (1976); Sims *et al.*, (1998) y Aceñolaza *et al.*, (2000) indican que el basamento metamórfico de las Sierras Pampeanas Occidentales estaba conformado por extensas secuencias metasedimentarias, que habían sufrido procesos de metamorfismo en distintos eventos y consecuentemente procesos de deformación, ocurridos en el margen Sur-occidental de Gondwana, relacionados a los ciclos tectónicos Pampeano, Famatiniano y Achaleano. En 1983 Aceñolaza *et al.*, analizan y diferencian la litología del basamento metamórfico de las Sierras de Ancasti, sumando al conocimiento previo desarrollado por Willner (1981) y estudios posteriores generados por Zimmermann (2005) y Dahlquist *et al.*, (2011) entre otros, quienes establecen los procesos metamórficos y magmáticos sucedidos en sectores aledaños al área de estudio.

En 1982 Atilio C. Battaglia genera la primera descripción regional de la geología, en donde se representa parte del departamento Santa Rosa en la denominada Hoja 14g (El Alto), en conjunto con las descripciones de las Hojas 13f (Río Hondo); 13g (Santiago del Estero); 14h (Villa San Martín) y 15g (Frías) a escala 1:200.000. Este autor representa las rocas del basamento junto con las unidades sedimentarias del Cenozoico, sin mención de estudios geológicos contundentes concebidos por los autores antes mencionados, que definían una importante descripción de la geología presente en el área, hasta ese año.

En 1994 Blasco *et al.*, realiza una nueva descripción del área en la Hoja Geológica 2966-II de San Fernando del Valle de Catamarca a escala 1:250.000, en donde se citan y relaciona gran cantidad de estudios desarrollados sobre la litología, pero no esboza considerables actualizaciones en el conocimiento geológico del departamento Santa Rosa. En 2004 Dal Molín *et al.*, realiza la descripción de la Hoja Geológica 2766-IV de Concepción de Tucumán a escala 1:250.000, en la cual se representa unidades Paleógenas que se adosan al basamento a través de una discordancia. Estas rocas son registradas hasta la localidad de La Cocha, dejando en duda su continuidad hacia latitudes mayores. Miró *et al.*, en el año 2005 generó la descripción de la Hoja Geológica 2966-IV de Recreo a escala 1:250.000, donde presenta una serie de secuencias sedimentarias también adosadas a las sierras, que fueron correlacionadas a la sección superior de los depósitos Neógenos descriptos por Battaglia más al Norte.

Los sedimentos asignados al cenozoico, fueron caracterizados por diversos autores, de los que cabe destacar las obras generadas por Bonaparte y Bobovnikov (1974) quienes definen la Formación Tucumán en las llanuras aledañas al área de estudio, así como Sayago (1995) y Zinck y Sayago *et al.*, (1998) quienes describen los sedimentos eólicos pampeanos y su relaciones en las llanuras de Tucumán. En cuanto a los sedimentos aluviales que se adosan al piedemonte de las sierras, fueron ampliamente descriptos por González Bonorino

(1950b), Fidalgo (1966) y Nullo (1981) entre otros, en el valle central de Catamarca, y posteriormente sus contribuciones, fueron utilizadas en el departamento Santa Rosa. Los sedimentos generados durante el Holoceno, son pobremente descritos en el área de estudio, puesto que la mayor parte de las descripciones geológicas desarrolladas en el área, se refiere a estos sedimentos como materiales indiferenciados modernos depositados en las llanuras.

## **5.- METODOLOGÍA**

---

Las metodologías utilizadas en este trabajo corresponden a procedimientos de análisis geológicos clásicos, desarrollados a lo largo del cursado de la carrera y que fueron puestos en práctica en el terreno para la determinación de unidades geológicas y su posterior clasificación. Así también se incluyen actividades efectuadas en gabinete que consisten en el uso de técnicas de interpretación geológica, análisis de muestras en laboratorio, representación cartográfica de las unidades con el uso de softwares específicos y el desarrollo de un informe final. A continuación se explican cada uno de los métodos utilizados.

### **Análisis de antecedentes bibliográficos**

Esta metodología consistió en la búsqueda, recopilación, revisión y análisis crítico de la información existente sobre el área de estudio, relacionada al conocimiento de las unidades geológicas. La información analizada, proviene de diversas fuentes u hojas Geológicas a escalas 1:200.000 (Hoja 13f Rio Hondo, 13g Santiago del Estero, Hoja 14g de El Alto, Hoja 14h Villa San Martín, Hoja 15g Frías), y 1:250.000 (Hojas Geológicas 2966-IV de Recreo, 2966-II de San Fernando del Valle de Catamarca y 2766-IV de Concepción de Tucumán), publicaciones científicas y trabajos inéditos, que contribuyen al estado del conocimiento del área problema y que contienen información del área de interés y zonas aledañas, tomadas en cuenta para comprender la extensión de las unidades.

Asimismo, se recopiló y analizó información relacionada a técnicas y métodos para la caracterización textural de los materiales correspondientes a sedimentos cuaternarios donde se desarrolla la cubierta edáfica, como el ensayo de materiales equivalentes la Norma Europea EN 933-8.

### **Elaboración de la base cartográfica**

La generación de la cartografía, se realizó a través del uso de software´s libres como Google Earth. De éste se obtuvo una base cartográfica que posteriormente fue procesada por software´s de aplicación como Global Mapper v.16 y Software´s de información geográfica como ArcGis v.10.3.

El procedimiento inició con el programa Google Earth, en el cual se delimitó el área de interés por medio de un polígono, generando un dato vectorial areal, que fue guardado como archivo en formato kmz. Con la aplicación Global Mapper se insertó este archivo kmz., y a través de base de datos SRTM, se generaron las curvas de nivel con equidistancia de un (1) metro. Esta información se exportó con formato shapefile al software ArcGis, a partir del cual se procedió al análisis de consistencia y coherencia de las curvas con la morfología del terreno teniendo como base las imágenes satelitales del área.

### **Descripción de la geología del área**

La metodología utilizada para la descripción de las unidades referidas al Paleozoico, constó de una recopilación y ordenamiento de la información existente del área, su relación con unidades descriptas en zonas periféricas y el planteo de posibles discusiones planteadas

entre criterios de diversos autores, generando una actualización de la misma con las últimas publicaciones no contempladas, en las hojas geológicas existentes hasta el año 2005. Las limitaciones dentro de esta clasificación, nacen de la falta de recursos para generar análisis cuantitativos que puedan sumar a los estudios ya concebidos sobre estas rocas, por lo que la información del basamento fue actualizada con los últimos trabajos desarrollados por otros investigadores en el área, hasta el año 2016.

La metodología utilizada para la descripción de perfiles sedimentarios constó de un relevamiento estratigráfico y descripciones sedimentológicas, que varían de acuerdo al tipo de roca a analizar. En cuanto a los perfiles de rocas Paleógenos y Neógenos, el levantamiento integró una identificación de características genéticas observables en la secuencia sedimentaria y en cada estrato registrado en ella, obteniendo información de litología, potencias de cada estrato, colores observables en las rocas, ambientes de sedimentación, etc. La caracterización de los sedimentos referentes al cuaternario, integra las técnicas de sedimentología antes descriptas, con criterios en pedología como fuentes de análisis de un perfil en el cual pudieron encontrarse desarrollados horizontes fértiles y corresponde a las bases de las actividades agro-ganaderas del Departamento. Estos levantamientos de campo tuvieron como fin, describir los procesos generadores de sedimentos, eventos de transporte y ambientes de depositación, para la caracterización la unidad estudiada y la obtención de datos referentes a su litología. Esta información permitió relacionar los afloramientos reconocidos por distintos autores, encontrar diferencias en las correlaciones con otras unidades descriptas en sectores aledaños al área de estudio y poder delimitar estos afloramientos en el terreno, que quedaron representados en la cartografía.

### **Análisis de texturas en el laboratorio**

Este ensayo de laboratorio es una adaptación a la Norma Europea EN 933-8, y fue utilizado para la identificación de las texturas de los materiales muestreados en el campo (Imagen N°1), que consiste en la medición de los distintos porcentajes granulométricos de sedimentos menores a 2 mm (arenas, limos y arcillas), aplicada para la diferenciación y clasificación hidrogeomorfológica de los suelos descripta en Eremchuk *et al.*, (2016). Esta norma adhiere a organismos de 20 países de la Unión Europea, y pretende normalizar los ensayos determinativos de las propiedades geométricas de los áridos. La técnica consistió en la obtención de una muestra previamente tamizada a la que se separó de individuos mayores a 2 mm. Posteriormente cada muestra fue cuarteada y llevada a una probeta, en donde se aplicaron 5 cm del sedimento. Luego se agregó agua hasta llenar 3/4 partes de la probeta y se agitó la misma durante 60 segundos, para dejarla reposar durante 12 hs. La observación de esta probeta en el lapso de tiempo establecido, permitió visualizar espesores de sedimentos de manera clara, donde fue fácilmente reconocible los espesores de arenas, limos y arcillas. Las arenas se distinguieron en colores grises o rojizos y granulometrías variadas en el fondo del tubo de ensayo o probeta, seguida por capas de limos que se observaron en colores oscuros y en granulometrías finas y por encima de todo capas rojizas, ocre y marrones de arcillas, observables como sedimentos viscosos y móviles al agitar el recipiente de análisis. La medición de estos espesores, permitió calcular los porcentajes estimativos para la determinación de las texturas, sobre el total de muestras analizadas.

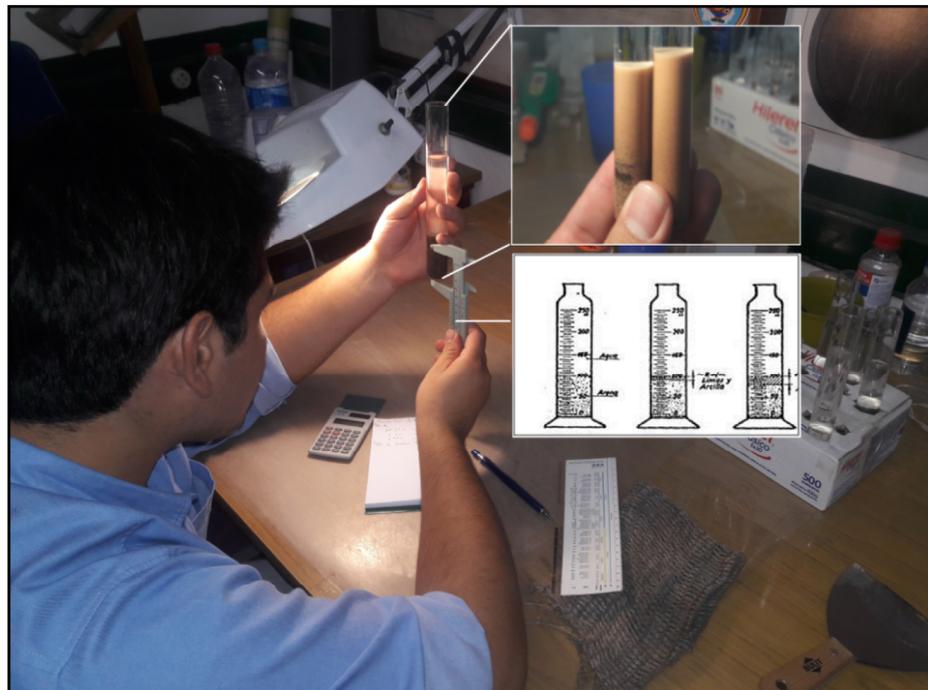
Esta información se volcó a un diagrama triangular de clases texturales (USDA) en donde se ubican los porcentajes de arenas, limos y arcillas contenidos en cada muestra y se clasificó la textura según el tamaño de las partículas de acuerdo con el Departamento de Agricultura

de los Estados Unidos de América (Figura 5). La técnica utilizada se vio sujeta a errores que permitan cálculos exactos de cada análisis, para la utilización de resultados en el campo de obras civiles, pero para la caracterización de unidades sedimentarias con alto contenidos de finos, permite comparar y establecer relaciones entre aquellos limos que sufrieron un re transporte con aumento de las fracciones arenosas por ambientes fluviales, y aquellos que se presentan como bancos masivos de sedimentos eólicos definidos como loess.

### **Generación de cartografía final**

Con los datos obtenidos en el campo, se realizó una cartografía a escala comprendida entre 1:100.000 a 1:75.000 que identifica y redefine la posición en el espacio de las principales unidades sedimentarias observadas en el campo. Esta cartografía pretende actualizar la geología observada por el autor, que no fue representada en otros estudios.

Es necesario aclarar que las unidades yacentes corresponden a rocas cristalinas del basamento metamórfico que conforman las sierras y rocas sedimentarias Cenozoicas desarrolladas en el piedemonte y las llanuras del departamento. Aquellas unidades Paleógenas y Neógenas que se encuentran bajo cubiertas sedimentarias cuaternarias, fueron descriptas como unidades subyacentes, y aquellas aflorantes se las delimita de manera normal.



**Imagen N°1:** Determinación de las texturas de los suelos.

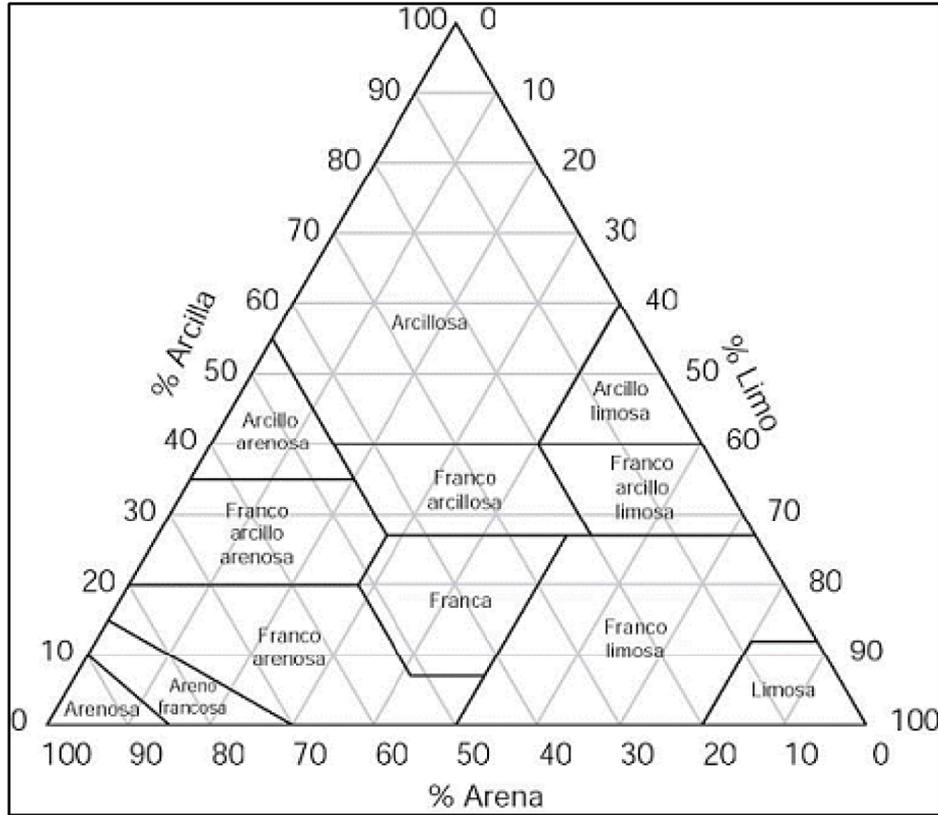


Figura 5: Diagrama triangular de clases texturales del suelo según el tamaño de las partículas (USDA)

## **6.- RESULTADOS ALCANZADOS**

---

### **Geología de Santa Rosa**

El departamento Santa Rosa se halla ubicado al Oeste de la sierra de Ancasti y la sierra de Guayamba, que pertenecen a la unidad morfoestructural de Sierras Pampeanas Occidentales (Caminos, 1979). Las descripciones más representativas del área de estudio corresponden a las hojas geológicas escala 1:200.000 realizadas en el año 1982 por Battaglia, en las localidades de Río Hondo, Santiago del Estero, El Alto, Villa San Martín y Frías. Estas son relacionadas con las descripciones de áreas aledañas a la zona de trabajo, como las hojas geológicas 2966-IV de Recreo, 2966-II de San Fernando del Valle de Catamarca y 2766-IV de Concepción de Tucumán, en escala 1:250.000.

### **Estratigrafía**

La litología que conforma el basamento cristalino corresponde a rocas metamórficas de edad Paleozoica que se hallan instruidas por diversos cuerpos plutónicos del Paleozoico y Mesozoico a lo largo de toda su extensión, y que se ven expuestos en el Oeste del departamento en las sierras de Ancasti, El Alto y Guayamba. Sobre la ladera oriental de éste sistema serrano, yacen de manera discordante las secuencias sedimentarias asignadas al Cenozoico, constituidas por sedimentos Neógenos, que se encuentran ligeramente inclinados hacia el E y con un rumbo aproximado N-S. Por encima y separados a través de una discordancia, se posan sedimentos fluvio eólicos cuaternarios que cubren las llanuras y parte del piedemonte. Estos sedimentos desarrollan bancos potentes que cubren un relieve ondulado, denominado llanura tucumana. Las unidades holocenas corresponden a sedimentos acarreados por los sistemas fluvio-eólicos que atraviesan las llanuras desde las sierras hasta los límites provinciales.

### **Paleozoico**

---

#### **Paleozoico inferior**

Para las sierras de Ancasti, Aceñozala *et al.* (1983) diferenciaron cuatro unidades metamórficas que constituyen la geología de este bloque serrano. Estas fueron definidas como Formación Ancasti, Formación El Portezuelo, y un complejo metamórfico denominado Sierra Brava, en el cual se describen los miembros El Jumeal y La Calera, definido por Miró *et al.*, (2005) en la descripción de la Hoja Geológica de Recreo (2966-IV), donde integra rocas que pertenecen a dos sistemas serranos ubicados en el centro de las Sierras Pampeanas Occidentales y que corresponden a rocas del sector Sur de las sierras de Ancasti. A partir de comparaciones litológicas y geoquímica, las rocas metamórficas de esta región han sido consideradas como equivalentes de mayor grado metamórfico de la Formación Puncoviscana (Aceñolaza y Toselli, 1981; Willner *et al.*, 1990; Zimmermann, 2005).

Blasco *et al.*, (1994) hace mención de la Formación Ancasti de Aceñolaza y Toselli (1977) y Willner (1983) para definir rocas que se hallan en todo el centro de las sierras de Ancasti, hasta el contacto con el lineamiento de Catamarca. La litología está mayormente formada por esquistos bandeados, y corresponde a una secuencia de 11 km, con una foliación regional de rumbo NNO y un buzamiento de 50 - 70° E, que prograda al Oeste a gneises y migmatitas asignadas a la Formación El Portezuelo por Willner en 1983 (Dahlquist, J. *et al.*, 2011). Hacia el Noreste, en el borde oriental de las sierras de El Alto-Ancasti y dentro del área de interés, los materiales metamórficos son asignados a las formaciones Ancaján, Infanzón y Carreta Saltana por Battaglia (1982). En resumen, la Sierra de Ancasti presenta una heterogeneidad de rocas metamórficas, que se encuentran distribuidas de a lo ancho de toda la sierra, en donde las rocas de grado metamórfico más bajo yacen en el sector centro de la sierra, mientras que en las secciones oriental y occidental, se hallan rocas de metamorfismo de mediano a alto grado, con grandes cantidades de cuerpos ígneos intruidos.

Con el fin de entender las propuestas de cada autor, y definir una caracterización para cada unidad, a continuación se desarrolla la relación existente entre cada una de estas.

Edad		Recreo		Concepción	S.F del V de Cat.	El Alto	Santa Rosa		
		Catamarca		Tucumán	Catamarca	Catamarca	Catamarca		
Era	Período	Miró <i>et al.</i> , 2005		Dal Molín <i>et al.</i> , 2003	Blasco <i>et al.</i> , (1994)	Battaglia (1982)	Este Trabajo		
Paleozoico	Carbónico	Granitoides Post - cinemáticos	Granitoides biotíticos y leucogranitos musc.	Granito de San Ignacio	Putonitas Post - Tectónicas	F° El Alto	Magm. G3	F° El Alto	
	Devónico								
	Silúrico	Complejo Ígneo La Majada	Pegmatitas + Musc.	F° El Arbolito (Granitos Sin-Tardío tectónicos)	F° El Arbolito (Granitos Sin-Tardío tectónicos)	F° El Arbolito (Granitos Sin-Tardío tectónicos)	Magm. G2		
			Granitoides						
	Ordovícico	Comp. Met. Sierr. Brav.	Pegmatitas + Musc.	Granitoides Ordov.	F° El Portezuelo	F° El Portezuelo	Magm. G1	Comp. Ígneo-Met. El Portezuelo	F° Carreta Saltana
			Esquistos-Gneises + Marmoles-Anfibolitas						F° El Alto
	Cámbrico	Comp. Met. Ancasti.	Estromatitas Tonalíticas	Basamento Metamórfico Ígneo	Comp. Sierra Brava	M° La Calera	F° Ancasti	Magm. G1	F° Esquíú
			F° Jumeal			M° El Jumeal			
			F° Ancasti						
	Precámbrico		F° Esquíú			F° Ancasti			F° Carreta Satana
			F° Infanzón						
			F° Abra del Martirizado						
								F° Ancaján	

Cuadro N°1: Cuadro cronoestratigráfico Precámbrico - Paleozoico

## **Formación Esquiú** (Miró, *et al.*, 2005)

### Antecedentes

Las rocas asignadas a esta formación son descritas e integradas por Battaglia (1982) en la Hoja geológica 14g como Formación Ancaján. Hacia el sur, Miller y Willner (1981) definen el Complejo Metamórfico Sierra Brava y en éste, el Miembro La Calera, que contenía litologías similares a la formación antes nombrada, y en 1983 Knuver genera la datación de estas rocas. Posteriormente en la descripción de la Hoja 2966-IV de Recreo, se agrupa esta litología en la Formación Esquiú por Miró *et al.*, en 2005.

### Relaciones de Campo

Los estudios realizados por Battaglia (1982) representa a un conjunto de rocas que yacen al SE del dpto. Santa Rosa, como exiguos afloramientos emplazados en rocas pertenecientes a la Formación El Alto, sobre el borde oriental de las sierras de El Alto - Ancasti, al Este del puesto La Huerta. Pocos kilómetros hacia el Sur del Departamento y fuera de los límites del mismo, rocas de esta misma unidad corresponderían a los yacimientos explotados por la empresa Loma Negra, en donde esta unidad adquiere forma de una cuña que se extiende desde el nick de la sierra hacia el tronco montañoso, al Oeste del puesto la Calera.

### Litología

Bajo esta denominación se agrupa un conjunto de rocas metamórficas, que incluyen a anfibolitas, calizas cristalinas, micacitas cuarzosas y esquistos de clorita y talco. Las rocas anfibólicas, son descritas en la sierra de Ancaján al igual que los esquistos de clorita y talco. En el departamento Santa Rosa, esta formación representa a calizas cristalinas y metacuarcitas micáceas que afloran en las sierras de El Alto - Ancasti. Estas calizas son un importante componente del complejo metamórfico de esta región, y se pueden encontrar asociadas a rocas anfibólicas. Presentan un rumbo N 10° O y N 5° O con inclinaciones de 20° y 35° al Este, y se observan en colores gris verdoso, azuladas, blancas rosadas y hasta amarillas, con cristales finos a medios. La litología de estas rocas es generalmente pura (89% Carbonato de Calcio), predominando las calizas carbonáticas y también dolomíticas, con algunos minerales accesorios como hematita, óxidos de aluminio y óxidos de Magnesio. El banco de calizas explotado por la empresa Loma Negra, está asociado a capas de metacuarcitas, que han sido afectadas por procesos tectónicos que generaron el plegamiento de estos bancos, y que se pueden observar en los frentes de explotación expuestos en la mina.

### Edad

Las rocas que integran a la Formación Esquiú corresponderían al miembro La Calera del Complejo Sierra Brava, en donde se describen rocas desarrolladas durante la primera fase del metamorfismo de mayor intensidad (M1) a la que Knuver (1983) asignó una edad de 510 - 540 Ma.

## **Formación Ancasti** (Aceñolaza y Toselli 1977)

### Antecedentes

Esta nomenclatura fue establecida por Aceñolaza y Toselli (1977), para definir rocas metamórficas aflorantes en el centro Oeste de las sierras de Ancasti. En sus inicios, rocas de similares características litológicas fueron descritas por Bodenbender en 1912 quien indica que estos materiales metamórficos presentaban un plegamiento que había culminado en el carbónico-pérmico, y que las intrusiones de cuerpos plutónicos que se alojan en estas sierras, eran de carácter sin-tectónico. En 1970 Coira y Koukharsky describen rocas metamórficas equivalentes asignándoles el nombre de Formación Sierra Brava y en 1977 Aceñolaza y Toselli re categoriza esta unidad como Complejo Sierra Brava, sumando a éste, parte de las rocas de la Formación Ancasti. En 1982 Battaglia define la Formación Infanzón y agrupa en ella las mismas rocas que afloran en las sierras de Ancasti, sin hacer mención de estudios precedentes referidos a esta unidad. Knuver en 1983 genera la datación de del evento metamórfico (D2) que dio al origen de esta unidad. En la descripción de la Hoja Geológica 2966-II, Blasco *et al.*, (1994) correlaciona la formación de Battaglia con la formaciones La Cébila, Ancasti y el Miembro El Jumeal del Complejo Sierra Brava, discriminándolas por diferencias en sus bandeamientos y esquistosidad. Posteriormente Miró *et al.*, (2005) indica que las rocas que se correlacionan a la Formación Infanzón, corresponden a la Formación Ancasti de Aceñolaza y Toselli (1977).

### Relaciones de Campo

Dentro del área de estudio, estas rocas yacen al Norte de las sierras de El Alto, quedando confinadas por el lineamiento de Catamarca. Los afloramientos más representativos corresponden a rocas observadas en el camino de cuesta que une las localidades de Alijilán y El Alto, como así también en el puesto Ojo de Agua. En la cartografía, estas rocas conforman un bloque pequeño que se desarrolla con rumbo NO-SE, y se ensancha hasta abarcar toda la porción centro de las sierras de Ancasti fuera del área. Blasco *et al.*, (1994) al referirse a estas rocas, menciona afloramientos que yacen entre las localidades de El Alto y Anjuli, extendiéndose más al Sur de la localidad de Icaño.

### Litología

Esta formación está constituida por micacitas cuarzo biotíticas y esquistos con bandeamientos de diversos tamaños, con venas de segregación cuarzo-feldespáticas boudinadas (Miró *et al.*, 2005) y cuarcitas micáceas. Todos los autores que describen esta litología, observan estructuras tipo *lit-par-lit* y estructuras oftálmicas o en ojos, que son formadas por venas cuarzo-feldespáticas que atraviesan estas rocas y cuyo rumbo es coincidente con la esquistosidad general.

### Edad

La litología que se atribuye a la Formación Ancasti, se habría originado por procesos metamórficos que se relacionan a una segunda etapa de deformación (D2) a la que Knuver (1983) le asignan una edad de 472 Ma.

## **Formación Carreta Saltana** (Battaglia, 1982)

### Antecedentes

Esta formación fue definida por Battaglia en 1982, quien usa esta nomenclatura para caracterizar rocas metamórficas de mayor grado, que las rocas de la Formación Ancasti o Formación Infanzón. Blasco *et al.*, (1994) describe esta unidad como rocas metamórficas de alto grado, existentes en el Miembro El Jumeal del Complejo Sierra Brava. Dentro de la descripción de la Hoja Geológica 2966-IV, Miró *et al.*, (2005) atribuye la categoría de Formación El Jumeal, y en ella describe rocas de estructuras similares a los materiales de la formación Carreta Saltana, que están caracterizadas por un aumento en las estructuras generadas por el aporte ígneo, nombrando a estas rocas "metatexitas estromatíticas tonalíticas", e indica que, Aceñolaza y Toselli en 1970 utilizan esta denominación para poder caracterizar a las rocas que constituyen la Formación El Portezuelo. En este trabajo se hace referencia a estas rocas con la nomenclatura designada por Battaglia (1982) por estar mejor definida en zonas aledañas al área de estudio.

### Relaciones de Campo

En el área de estudio, rocas de esta unidad yacen en una franja ubicada en el borde Nororiental de la sierras de El Alto - Ancasti, hacia el Sur del lineamiento de Catamarca. Sus afloramientos presenta un rumbo sub meridional y es la roca de caja de cuerpos plutónicos de diverso tamaño, que son definidos posteriormente dentro de la Formación El Alto. Battaglia (1982) identifica esta formación en localidades al Sur del departamento Santa Rosa, mientras que Blasco *et al.*, (1994) agranda el área que abarca esta unidad, quedando redefinida alrededor de localidades como Las Tunas, Ampolla y Salauca en la sección norte de esta sierra.

### Litología

La litología está representada por un conjunto de gneises bandeados, migmatitas y esquistos biotíticos, asociados a cuarcitas. Esta unidad se diferencia de la anterior, según Battaglia (1982), por contener mayor porcentaje de bandeamientos en su estructura, de las cuales se pueden nombrar estructuras venosas, lenticulares, en ojos y *lit-par-lit*, que se encuentran presentes en un neosoma de color blanco claro o rosado, de lo que se deduce una composición cuarzo-feldespática. Además este autor, indica que los constituyentes principales son gneises, micacitas gnéisicas y esquistos micáceos inyectados. Miró *et al.*, (2005) en la descripción de la hoja 2966-IV incluye dentro de la Formación El Jumeal, rocas que denomina metatexitas estromatíticas tonalíticas, las que corresponderían a la descripción de rocas con alto contenido de materiales inyectados.

### Edad

La litología de esta unidad es adjudicada por Willner 1983 a una fase metamórfica M3 de  $452 \pm 14.2$  Ma., en donde se hacen presentes minerales como la estauroлита, andalucita y la cordierita. Estos minerales se desarrollaron en un ambiente post-deformacional o post-cinemático ocurrido en un lapso de tiempo comprendido en el Ordovícico medio - superior.

## **Complejo Metamórfico Ígneo El Portezuelo** (Larrovere *et al.*, 2012)

### Antecedentes

Esta unidad fue definida por Aceñolaza y Toselli (1971) y Aceñolaza *et al.*, (1983) como Formación El Portezuelo, habiendo sido nombrada también, como Miembro el Portezuelo de la Formación Ancasti (Aceñolaza y Toselli, 1981). Miró *et al.*, (2005) describe rocas metamórficas de alto grado, constituyentes del Complejo Metamórfico Sierra Brava (Miró y Gaido, 2004), las mismas son agrupadas dentro de la Formación El Portezuelo por Aceñolaza y Toselli (1977). Nullo (1981) caracteriza en la sierra de Ambato, rocas similares a las que les asigna el nombre de Formación Divisaderos, donde además incluye cuerpos intrusivos de composición granítica. Larrovere en 2009 agrupa las Formaciones Ancasti y El Portezuelo en el Complejo Metamórfico Ígneo El Portezuelo (CMIEP) redefiniendo esta unidad, pero no contempla la extensión de la formación Ancasti hacia el SO del lineamiento de Catamarca, por lo que se consideran dos unidades distintas y se aplica esa nomenclatura solo para las rocas de alto grado metamórfico de las sierras de Guayamba y del borde occidental de las sierras de Ancasti.

### Relaciones de Campo

En el área de estudio, los afloramientos más representativos se identifican al recorrer la Ruta Provincial N°207 que une la localidad de Alijilán con el dique de La Cañada. En las sierras de Ancasti, estos materiales se extienden a lo largo de una franja que ocupa la sección occidental de la sierra, incluyendo las áreas cumbresales y su flanco Oeste. Otros afloramientos pueden observarse al circular por Ruta Nacional N°38, a lo largo de la Cuesta del Totoral que une la localidad de la Merced con Huacra, cuando la misma atraviesa las Sierras de Potrerillos, fuera del área de trabajo. Originalmente esta unidad representa una litología yacente en las áreas cumbresales y flancos orientales de las sierras de Ambato, Fariñango y Graciana, es por ello que dentro del valle central de Catamarca, los afloramientos más representativos se hallan en las cercanías de la cuesta del Portezuelo, donde la Ruta Nacional N°38 corta las sección terminal de las Sierras de Graciana, fuera del área de estudio.

### Litología

Estas rocas corresponden a un complejo metamórfico de alto grado que incluye migmatitas, gneises, esquistos y cuerpos menores de granitoides concordantes con la esquistosidad de la roca de caja. También se pueden encontrar, en algunos sectores, rocas calcosilicáticas y mármoles. Se puede identificar dentro de este complejo a las migmatitas como el principal constituyente conformado por metatexitas estromatíticas y diatexitas, que presentan una foliación regional con orientación NNO-SSE y N-S y buzamientos ENE y E respectivamente (Larrovere *et al.*, 2012). Blasco *et al.*, (1994) indica que el leucosoma de las rocas metamórficas de esta unidad consiste en un metatecto granitoideo, de composición tonalítica a granodiorítica, de grano uniforme y de color blanquecino, que cuando se mezcla con el melanosoma genera estructuras flebiticas, estromatíticas, oftálmicas y agmatíticas, por ello la disposición de este material leucocrático, es en venas, nódulos, lentes y ojos. También se puede encontrar leucosomas de composición pegmatítica, que se lo identifica

por su coloración rosada asociado a la presencia de granates, que genera en el melanosoma un aumento en cantidad y tamaño de los minerales asociados al hierro. Larrovere *et al.*, (2012) menciona que se pueden encontrar porciones de esquistos biotítico-granatífero, alojados como *resisters* dentro de las migmatitas.

### Edad

Dentro de las unidades que conforman el basamento, las edades obtenidas por diversos autores ponen en discusión los criterios de correlación y datación con los que se han caracterizado las unidades que conforman al basamento, por lo que en este trabajo se hará mención de los razonamientos más importantes.

Aceñolaza y Toselli en 1976 expresan que las Formaciones El Portezuelo (CMIEP) y Ancasti, corresponden a equivalentes metamórficos de mayor grado de la Formación Puncovizcana y por lo tanto estaban relacionadas a la orogenia Pampeana.

Battaglia (1982) en base a observaciones de la similitud entre las litologías de la Sierra de Guasayán y de El Alto con las Sierras de Córdoba, adjudica a las unidades metamórficas (con reservas) al Precámbrico, señalando los estudios realizados en las sierras de Catamarca por Tapia (1941) y Olsacher (1960) que asignan esta edad al basamento metamórfico. En sus observaciones este autor, no descarta la posibilidad que, ciertas porciones de la sierra, puedan pertenecer a edades del paleozoico inferior. Knüver y Miller en 1982 generan dataciones Rb-Sr en esquistos de distintos sectores de las sierras de Ancasti y registran al menos cuatro eventos metamórficos precedentemente analizados. El evento de mayor intensidad, tendría una edad de  $523 \pm 28$  Ma., al que se le sobreimpuso un evento de mayor temperatura en el Ordovícico Superior, por lo que estos autores les asignan a las rocas una edades comprendidas entre el Cámbrico y el Ordovícico. Dataciones realizadas por Larrovere *et al.*, (2011) generan edades de 477 - 470 Ma., para el metamorfismo de alto grado del Complejo Metamórfico Ígneo El Portezuelo, lo que descarta la posibilidad que las rocas del complejo se hayan originado totalmente durante orogenia Pampeana, según lo propuesto por Aceñolaza y Toselli en 1976. Este autor supone que las rocas de la Formación Puncoviscana pueden haber sido las rocas precursoras de este complejo, que sufrieron una extensa historia de deformación y metamorfismo que no se puede fijar solo a la edad del protolito. De esta manera se asigna al Ordovícico, las rocas metamórficas de más alto grado pertenecientes al Complejo Metamórfico Ígneo El Portezuelo.

## Paleozoico Medio - Superior

---

Dentro de las sierras Pampeanas Occidentales, el ciclo Famatiniano, (Camino, 1979), quedó representado por el inicio de la actividad magmática Famatiniana, posterior al colapso de la orogenia Pampeana, en el margen proto andino del supercontinente Gondwana. Estos eventos magnéticos quedan bien registrados en la Puna y Sistema de Famatina, en donde los materiales volcánicos más antiguos registrados son del Tremadociano inferior (485 - 495 Ma.) pero se toma como límite inferior de este evento magmático la edad de 500 Ma. El registro más amplio de las intrusiones magmáticas quedan ubicadas entre los 28° y los 33° de latitud Sur, en donde las sierras de San Luis constituyen el extremo austral de estas manifestaciones. Estudios recientes generados por Dalhquist *et al.*, (2016) en la sierras de Guasayán, indican la presencia de un cuerpo intrusivo que fue emplazado durante el Cámbrico temprano con edades de 533 Ma., generando una redefinición del límite occidental del paleo arco Pampeano.

Dentro de las Sierras Pampeanas Orientales, Rapela *et al.*, (1990) reconocen tres grupos principales de granitoides famatinianos a los que denomina G1, G2 y G3, referidos a los procesos tectónicos reinantes al momento de la intrusión de los cuerpos, logrando así identificar y subdividir las intrusiones en Pre-orogénicas, Sin-orogénicas, Tardío-orogénicas y Post-orogénicas, que son utilizadas para toda la extensión de Sierras Pampeanas. A continuación una breve mención de los ejemplos más relevantes de cuerpos intrusivos emplazados en las cercanías del área de trabajo y en Catamarca.

### Clasificación de Granitoides

**Granitoides Pre-orogénicos (G1):** Dentro de los referentes que existen en el área de estudio, cabe destacar tonalitas y dioritas descritas por Schalamuk *et al.*, (1983) en las sierras de Ancasti. La clasificación hace referencia a cuerpos intruidos en el Cámbrico, también denominados granitoides pampeanos. En las Sierras Pampeanas septentrionales estos granitos se encuentran dispersos y se puede hacer mención de afloramientos en las Sierras de Fiambalá, Sierras de Humaya y Sierras de Narvéez, descritos por González Bonorino en 1950.

**Granitoides Sin-orogénico y Tardío-orogénicos (G2):** Los cuerpos plutónicos referidos a este grupo, cercanos al área de estudio corresponde al Granitoide de La Pampa-Unquillo, ubicado en la sierra de El Alto, del que se pueden observar afloramientos cuando se circula a través de la ruta provincial N° 42 que une las localidades de Las Cañas con El Alto. Willner *et al.*, (1983) indica que estos cuerpos se hallan intruidos en rocas que pertenecen al Complejo Metamórfico Sierra Brava, que son identificadas en este trabajo como Formación Carreta Saltana (Battaglia, 1982), cuyos constituyentes litológicos corresponden a gneises, micacitas cuarzo biotíticas y esquistos bandeados. Estos cuerpos ígneos fueron emplazados durante el Ordovícico-Devónico y por lo tanto se denominan granitoides famatinianos. Estas rocas son abundantes y están relacionadas temporalmente con los procesos tectónicos que dieron origen al metamorfismo de alto grado, sufrido por el basamento cristalino de las Sierras Pampeanas, por lo que se deduce que el emplazamiento de estos cuerpos, presenta un control estructural asociado a la fracturación del basamento. Estos cuerpos ígneos muestran geometrías pequeñas de pocos kilómetros, con formas

facolíticas y contactos netos, que generalmente son concordantes con la foliación regional. Estas rocas, están asociadas a intrusiones de cuerpos pegmatíticos y presentan una composición tonalíticas biotíticas a granodioríticas.

En cuanto a los granitoides del tipo tardío tectónicos, asignados al grupo G2, estos corresponden a cuerpos de mayor tamaño que los anteriores y fueron intruidos al finalizar los eventos orogénicos Ordovícicos. Por lo general presentan composiciones monzograníticas y texturas porfídicas, teniendo como ejemplo próximo al área de estudio, el granito de El Alto, desarrollado posteriormente en la Formación El Alto.

**Granitos Post-orogénicos (G3):** Cercano al área de estudio, el ejemplo más representativo corresponde al Granito Sauce Guacho, ubicado al Este de localidad de El Alto. En la provincia de Catamarca los ejemplos más característicos corresponden al granito de Las Juntas (sierras de Ambato), granito Cumbre de Las Lajas (sierras de Aconquija) y granito Los Ratones (sierras de Fiambalá). Estos cuerpos corresponden a granitos derivados de magmatismo de intraplaca desarrollado durante el carbonífero. Incumbe a los últimos procesos ígneos sufridos por las Sierras Pampeanas, en donde el magmatismo generó intrusivos pequeños subcirculares con forma de ojos, que fueron emplazados luego de la finalización del ascenso de las Sierras Pampeanas.

### **Formación El Alto** (Battaglia 1982)

#### **Antecedentes**

Esta formación fue definida por Battaglia (1982) quien agrupa numerosos cuerpos intrusivos emplazados en rocas metamórficas de la Formación Carreta Saltana, ubicados al NE de la sierra de El Alto-Ancasti. González Bonorino en 1978 los define como intrusivos leptotectónicos. Aceñolaza y Toselli (1977, 1981) estudian los cuerpos intrusivos del Sur de las sierras de Ancasti y les adjudican el nombre de Formación La Majada, posteriormente Miller *et al.*, (1987) agrupa bajo esta denominación el granito de El Alto, Vilismán y La Dorada. Nullo (1979) redefine esta unidad como Formación Los Divisaderos. En la descripción de la Hoja Geológica de El Alto (14g) esta unidad es redefinida como Formación El Alto, por Battaglia (1982), luego la descripción de la Hoja Geológica 2966-II de Blasco *et al.*, (1994), agrupa estas rocas bajo el nombre de "Plutonitas Postectónicas". Miró *et al.*, (2005) en la descripción de la Hoja Geológica 2966-IV adjudica, a todos los cuerpos intrusivos, el nombre de Complejo Ígneo La Majada. Usando un criterio cronológico de caracterización Rapela *et al.*, (1999) asigna un gran número de intrusivos aflorantes en el área de estudio, a la caracterización de "Cuerpos tardío tectónicos o granitos tipo G2", descriptos previamente.

#### **Relaciones de Campo**

En el área de estudio los cuerpos postectónicos o tardío tectónicos, corresponden a aquellos que se encuentran emplazados en el borde noroeste de las sierras de El Alto, hacia el sur del área de estudio. Estos cuerpos son intrusivos tipo stock, que se los puede observar al circular por la Ruta Provincial N°42 que une las localidades de El Alto y Las Cañas. Otros afloramientos se ubican siguiendo el borde de las sierras, a lo largo de la Ruta Provincial

N°105 que empalma la localidad de Alijilán y Las Tunas, al suroeste del puesto de El Virqui. Otros referentes de estas rocas, corresponden a las pegmatitas que se encuentran dispuestas en su mayoría con rumbo sub meridional, a lo largo del borde oriental de la sierra de El Alto.

### Litología

**Granitos biotíticos moscovíticos y moscovíticos granatíferos:** Estos granitos corresponden a un afloramiento de pequeña dimensión, emplazado a lo largo del lineamiento de Catamarca. En general son cuerpos sub elípticos, que intruyen a las rocas metamórficas de la Formación Ancasti. Estos granitos presentan una coloración rosada con textura equigranular. Battaglia (1982) al describir el cuerpo aflorante en las cercanías del puesto La Calera, indica que en los bordes adquieren características gnéisicas, por fundición y asimilación de la roca de caja.

**Granitos y Tonalitas:** Estos cuerpos se encuentran ubicados en la parte Sur del departamento Santa Rosa, en la localidad de Calera del Sauce - La Pampa. Corresponden a cuerpos intrusivos tipo stock de forma subcircular, emplazados en los materiales de la Formación Carreta Saltana. Son rocas de colores claros, grises de grano medio a grueso, que se pueden presentar muy alteradas. Son rocas derivadas de la etapa póstuma del magmatismo tonalítico - granodiorítico, y yacen como afloramientos de granitos y pegmatitas de color rosado dispuestas como diques de hasta 50 cm de espesor, que incluyen xenolitos de la roca de caja (Blasco *et al.*, 1994).

**Pegmatitas y Aplitas:** Los afloramientos de estas rocas, están compuestas principalmente por sílice, feldespatos y contenidos variables de mica. Son cuerpos tabulares o lenticulares, emplazados de modo subparalelos unos con otro, la mayoría de modo concordante con la roca de caja, ya que fueron emplazados como fluidos residuales que ascendieron aprovechando la esquistosidad de la roca de caja. Se pueden encontrar emplazados en rocas metamórficas o en menor medida en granitos preexistentes, lo que confirma el emplazamiento tardío de estos materiales (Blasco *et al.*, 1994). Presentan rumbos variados, pero la tendencia es N-S, con inclinaciones subverticales muy elevadas. Son pegmatitas poco diferenciadas, donde se observan zonas de márgenes y núcleos, que contienen minerales como berilos y turmalinas en cristales columnares, que en algunos casos, adquieren gran tamaño.

### Edad

Battaglia en 1982, no tiene herramientas o indicadores para generar una datación confiable, por lo que asigna a estos cuerpos al Devónico Medio. Blasco *et al.*, (1994) indica la dificultad de obtener datos cronológicos en estos cuerpos, debido a la cantidad de fases de actividad intrusiva relacionadas al metamorfismo progresivo que afectó a estas rocas, desde el Cámbrico al Carbonífero, pero adjudica el último ciclo magmático al Devónico Superior - Carbonífero Inferior. Este criterio es similar a los expuesto por Ryziuk *et al.*, (2014) quien indica que, intrusiones de granitos emplazados al Oeste de las sierras de El Alto, presentan edades Devónico Superior - Carbónico Inferior.

## Cenozoico

---

El cenozoico en el área de estudio se encuentra representado por diferentes unidades geológicas que registran en sus depósitos ingresiones marinas, ambientes evaporíticos, vulcanismo, procesos tectónicos relacionados al ciclo Ándico y depósitos sedimentarios que representan los procesos generadores de rocas ocurridos durante el pasado reciente.

El desarrollo de un análisis de la información existente, permite identificar problemas de correlación con las unidades descritas en áreas limítrofes. A continuación se expresan las discusiones planteadas que resultan de este análisis.

La Formación Aconquija es descrita en la Hoja Geológica 2766-IV de Concepción de Tucumán y corresponde a una unidad cuyas rocas son asignadas al Eoceno, por dataciones realizadas en tobas (Dal Molín *et al.* 2003) que plantean una edad de 44 - 47 Ma. Esta formación representa rocas relevadas en la localidad de La Cocha, a 20 km al Norte del área de estudio. Otros afloramientos asignados a esta unidad, son registrados en el valle de Balcosna (provincia de Catamarca). Al pasar a la Hoja Geológica 2966-II de San Fernando, más al Sur en la localidad de La Merced, Blasco *et al.*, (1994) reconoce rocas Neógenas asignadas al Araucanense de González Bonorino (1951b), por lo que la edad de estos sedimentos estaría referida al Mioceno Superior - Plioceno Medio. Las observaciones de campo advierten que ambas unidades yacen en discordancia sobre el basamento metamórfico y se desarrollan en una misma depresión tectónica, separadas pocos kilómetros una de otra. Estas observaciones permiten inferir que estas rocas corresponden a una misma unidad, la cual no ha sido representada contemplando la extensión regional de la misma.

En la localidad de Recreo la descripción de las secuencias Neógenas de la Hoja Geológica 2966-IV de Miró *et al.*, (2005), se describen sedimentos asignados a la Formación Portillo de Aceñolaza y Toselli (1977) y la correlaciona a la Formación Guasayán de Battaglia (1982). Estos autores también indican que en la sierra de Guasayán, ubicadas al Oeste de Santiago del Estero, existe una secuencia sedimentaria cuya sección inferior correspondería a la Formación Guasayán, mientras que la sección superior sería homologable a la Formación Portillo. Estas diferencias no explican la relación espacial de estas unidades y generan cierto problema para entender la columna estratigráfica que diversos autores desarrollan. En base a las descripciones de las hojas geológicas se entiende que, en el área estudio se encontraría ausente la sección superior de la columna estratigráfica correspondiente a la Formación Portillo, observándose solo la sección inferior del perfil que mencionan estos autores, correspondiente a la Formación Guasayán de Battaglia (1982). Si bien esta unidad no se encuentra datada en el área de trabajo, su edad está definida por dataciones indirectas realizadas al Sur de la Provincia de Santiago del Estero, que sugieren una edad Mioceno. El análisis de las hojas geológicas de El Alto y de Concepción, permiten advertir que rocas de la Formación Aconquija asignadas al Eoceno yacen sobre el faldeo oriental de las sierras de Los Llanos hasta la localidad de La Cocha. En el área de estudio esta unidad desaparece y se describen rocas asignadas a la Formación Guasayán de edad Miocena. Por cuanto se plantea la misma situación previamente descrita, ya que dos unidades sedimentarias que se apoyan sobre el basamento metamórfico, en un mismo faldeo de sierras y distanciadas pocos kilómetros una de la otra, presentan 30 Ma., de diferencia entre estas. Esto avizora nuevamente una falta en el control del contexto regional de las unidades, por lo que a continuación se desarrollan descripciones realizadas por diversos autores, con el fin de comprender las correlaciones temporales y espaciales que estos proponen.

Cabe destacar que la representación de las unidades Neógenas en la cartografía, se debe tomar como una estimación de la continuidad espacial de cada una de estas, debido a que fueron inferidas por la presencia de afloramientos saltuarios encontrados a lo largo del Departamento Santa Rosa, que yacen soterrados bajo una cubierta de sedimentos cuaternarios de diverso espesor. Por esta razón, puede hacerse referencia a "Unidades Sub-yacentes o Sub-aflorantes".

Edad			Valle de Choromoro Tucumán	Villa Alberdi Tucumán	Concepción Tucumán	El Alto Catamarca	Recreo Catamarca	San Fernando del Valle Catamarca	Santa Rosa Catamarca
Era	U.T.S	Epoca	Mon y Urdaneta 1972	Gonzalez Bonorino 1950	Dal Molín <i>et al.</i> , 2003	Battaglia 1982	Miró <i>et al.</i> , 2005	Blasco <i>et al.</i> , 1994	Este trabajo
Cenozoico	Araucanense	Plioceno	Grupo Choromoro	F° Chulca	Sección III	F° Las Cañas	F° Las Cañas	Araucanense	F° Las cañas
		Mioceno		F° India Muerta	sección II	F° Guasayán	F° Guasayán		F° Portillo
	F° Río Salí			Sección I		F° Río Salí			
				Oligoceno	Eoceno	F° Aconquija		F° Aconquija	

Cuadro N°2: Cuadro cronoestratigráfico Cenozoico.

## **Paleógeno y Neógeno del Norte de Tucumán**

---

### **Grupo Choromoro** (*Mon y Urdaneta, 1972*)

El Grupo Choromoro fue definido por Mon y Urdaneta (1972), y está constituido por cuatro formaciones, de las cuales solo una es correlacionable con las unidades registradas en el área de estudio y corresponde a la Formación Río Salí. Este grupo aflora en una amplia depresión que se encuentra al Norte de la sierra de San Javier, entre las estribaciones orientales de las Cumbres Calchaquíes, las sierras de Medina y sus alrededores. También se puede indicar que esta unidad yace alrededor de las sierras del Campo y de La Ramada. Corresponde a una unidad denominada por Beder (1928) como "Terciario Subandino" y con fines descriptivos, se hace una breve mención de cada una de las formaciones que conforman este grupo.

### **Formación Río Salí** (*Ruiz Huidobro, 1960*)

#### Antecedentes

Representa la base del Grupo Choromoro. Esta formación fue definida y estudiada por Ruiz Huidobro (1960) y redefinida por Bossi (1969), quien estableció también sus correlaciones con las unidades del Paleógeno y Neógenas que se encuentran más al Norte.

#### Relaciones de Campo

Los afloramientos de esta formación se encuentran ampliamente distribuidos en todas las sierras al nordeste de Tucumán, pero los afloramientos más australes se observan al sudoeste de las sierras de San Javier y al Este de la población de Monteagudo, en el límite con la provincia de Santiago de Estero (Bender, 1928). Los perfiles más representativos de esta unidad se encuentran expuestos en el faldeo occidental de la sierra de Medina.

#### Litología

La litología está constituida principalmente por limonitas y arcilitas de color pardo rojizo con abundantes intercalaciones de yeso, lutitas verdes, cineritas grises y calizas oolíticas. Las limonitas pardo rojizas presentan estratificación poco visible en bancos de aproximadamente un metro de espesor. Las intercalaciones de yeso macizo, que constituyen un rasgo característico de esta formación, alcanzan hasta 0,70 m de espesor, hay además bochones de yeso cristalino de hasta cinco centímetros de diámetro y laminillas de yeso fibroso de pocos milímetros de espesor, que se ubican en los planos de estratificación y rellenan las diaclasas. Las intercalaciones de caliza oolítica de color gris amarillento son también abundantes en algunos tramos de la Formación Río Salí, los más espesos alcanzan hasta 1,0 m, y son explotados con fines económicos.

#### Edad

Esta unidad fue asignada por Ruiz Huidobro (1960) al Cenozoico Inferior sin especificaciones, luego Torres (1985) y Reynolds *et al.*, (1994) la correlacionan con la

Formación San José (Grupo Santa María) y Formación Anta (Subgrupo Metán) las cuales presentan una edad Miocena media (Gavriloff y Bossi, 1992).

### **Formación India Muerta** (Bossi, 1969)

#### Antecedentes

Fue definida por Bossi (1969) en el sector austral del valle del Choromoro, y corresponde a una unidad que se apoya de manera transicional a la Formación Río Salí,

#### Relaciones de Campo

Su perfil tipo se encuentra en el arroyo India Muerta y en el río Vipos. Esta secuencia aflora en varios sectores del valle del Choromoro y está parcialmente cubierta por sedimentos cuaternarios. Bossi (1969) ha medido un espesor visible de 700 metros, pero algunos autores mencionan que los espesores pueden alcanzar valores mayores, especialmente en el sector septentrional del valle del Choromoro donde aflora aisladamente debajo de los sedimentos cuaternarios.

#### Litología

Está constituida por una alternancia de areniscas y limonitas pardas pobremente consolidadas con intercalaciones conglomerádicas. En las areniscas se observa laminación entrecruzada y presencia de intercalaciones laminares de material ferruginoso que le adjudica a los sedimentos coloración rojiza.

#### Edad

Peirano (1965) asigna esta formación al Plioceno debido a que sus sedimentos han proporcionado restos fósiles tales como *Eoesclerocalyptus planus* (Peirano, 1957) y *Testudo* Sp. (Bossi, 1969). Por las características faunísticas y litológicas, esta unidad es correlacionada con la Formación Andalhuala del Grupo Santa María.

### **Formación Chulca** (Porto y Danieli 1974)

#### Antecedentes

Esta formación es descrita por Porto y Danieli (1974) quienes representan secuencias de materiales predominantemente fluviales. El análisis de antecedentes expuso que hasta 1972 cuando se representa el Grupo Choromoro, no existe ninguna mención de la formación Culca, siendo las primeras exposiciones claras que identifican y caracterizan el Plioceno del Grupo Choromoro, las realizadas por estos autores. Esta unidad presenta descripciones que la asemejan a una unidad del Neógeno descrita por Battaglia (1982) en el Departamento Santa Rosa, denominada Formación Las Cañas, que es desarrolla ampliamente dentro del Departamento y es descrita posteriormente.

### Relaciones de Campo

Esta unidad fue depositada durante el régimen compresivo que afectó a las Cumbres Calchaquíes, a finales del Mioceno e inicios del Pleistoceno, generando una cuña clástica que se depositó sobre las unidades de ambientes lacustres y barreales del Mioceno (Abascal, 2005), los cuales se distribuyen en casi toda la extensión del valle de Choromoro con un espesor de hasta 500 metros.

### Litología

Esta unidad presenta una secuencia de areniscas medianas a gruesas con base conglomerádicas muy friables, de colores gris rojizos a rojo parduzcos, en donde los clastos mayoritarios son de metamorfitas provenientes de las Cumbres Calchaquíes y de la erosión de sedimentitas del Cretácico. En la base de la secuencia se pueden observar rodados volcánicos.

### Edad

Los autores que describen esta unidad no observan el contacto con la Formación India Muerta, pero la presencia de materiales clásticos que provienen de las formaciones Cretácicas y del basamento de las Cumbres Calchaquíes, sumada a la posición de esta unidad en el perfil estratigráfico reflejan una depositación continental relacionada al ascenso de las sierras desarrollado durante el Mioceno Superior - Plioceno (Abascal, 2005). Cabe señalar que la unidad descrita como Formación Las Cañas, en el Dpto. Santa Rosa, presenta areniscas conglomerádicas de coloraciones rojizas a pardas, muy friables con clastos del basamento, que Beder (1928) asigna al "terciario Subandino". Estas si bien no pertenecen a la misma cuenca de depositación, presentan las mismas características sedimentarias que la Formación Chulca.

## **Neógeno y Paleógeno de las Hojas Geológicas 13e de Villa Alberdi**

*(González Bonorino, 1950a)*

---

### Antecedentes

González Bonorino (1950a) describe los sedimentos Paleógenos y Neógenos como una cubierta adosada al basamento peneplanizado, representado por capas de areniscas y conglomerados alojadas en las depresiones tectónicas que forman valles longitudinales. Estas secuencias inclinan hacia el plano de fractura, como consecuencia de la asimetría de los bloques, y exhiben un rumbo de capas paralelo al del valle. Los estratos descritos representan una pequeña porción del perfil primitivo, dado a que el resto ha sido eliminado por la erosión y en parte cubierto por depósitos más modernos.

### Relaciones de Campo

El único perfil completo y representativo que describe Bonorino, aflora en el ángulo NE de la Hoja Geológica dentro del Campo de Pucará, en la localidad de Aguas de las Palomas. En

otras publicaciones, este autor delimita unidades que posteriormente son correlacionadas al perfil tipo ya mencionado. El resumen de los perfiles del Cenozoico Inferior consta de tres secciones principales, cuyos límites entre estos no son netos. Trabajos realizados por el mismo autor durante el año 1951 (Hoja Geológica 12d), describe las secuencias aflorantes en la localidad de Capillitas - Andalgala, como un perfil donde se desarrollan tres secciones bien definidas, similar a las secuencias antes descriptas.

### Litología

**Sección I:** Areniscas finas tobáceas, ricas en cenizas volcánicas y plagioclasa, grises rosadas a castañas con trocitos de piedra pómez acumulados con frecuencia en bolsones o con estratificación diagonal. Espesor aproximado de 400 m. Se identifica un límite transicional con la sección suprayacente que se identifica por un aumento de las capas de rodados andesíticos con su cemento arenoso más grueso.

**Sección II:** Alternancia de areniscas tobáceas finas de color gris castaño claro y areniscas feldespáticas conglomerádicas con rodados de andesitas, las cuales son paulatinamente reemplazadas por granitos, migmatitas y esquistos en la parte superior. Algunos bancos delgados de toba blanquecina se intercalan en esta parte. Espesor aproximado, 600 m. El límite que separa esta sección de la secuencia suprayacente está definido por una desaparición de los bancos de areniscas tobáceas de color gris castaño, gracias a la impurificación por material detrítico de origen arcósico

**Sección III:** Areniscas arcósicas gruesas, grises rosadas, friables, con capas delgadas de rodados, mayormente del basamento, que marcan la estratificación. Espesor aproximado 100 m.

### Hoja Geológica 12d (González Bonorino 1951)

Con fines comparativos, se resume la litología descrita por el mismo autor en la localidad de Capillitas, en la provincia de Catamarca.

**Sección I:** secuencia compuesta de areniscas calcáreas pardo rojizas y grises, con intercalaciones de material cinerítico.

**Sección II:** corresponde a un complejo de brechas, tobas andesíticas y en menor grado basálticas, intruidos por filones de andesitas y basaltos.

**Sección III:** conjunto homogéneo de areniscas grises, arcósicas, con bancos cineríticos intercalados.

### Edad

En ambas secuencias, los niveles superiores son coetáneos con los rodados de la puna definidos por Penck (1920), nombrados así por correlación temporal, pero sin ninguna correlación genética, dado a que estos conglomerados fueron depositados en el clímax de la inversión tectónica y el inicio de la elevación del bloque de Aconquija (Bossi et al., 2001). La sección inferior de estas secuencias fue comparada con el "Calchaquense" del valle de Santa María, mientras que la superior, que posee restos de mamíferos, es correlacionable al "Araucanense".

## **Paleógeno y Neógeno del Norte de Catamarca**

---

### **Grupo Santa María** (*Galván y Ruiz Huidobro 1965*)

Los sedimentos del Cenozoico inferior y medio, que se registran en el Valle de Santa María y Norte de Belén, son conocidos por los restos fósiles que fueron motivo de expediciones paleontológicas llevadas a cabo durante el año 1926 por Rudolf Stahlecker, quien registra los primeros antecedentes estratigráficos en Puerta de Corral Quemado y Chiquimil, con motivo de localizar y transportar muestras fósiles al Field Museum de Chicago en Estados Unidos. No es hasta 1981, que los análisis estratigráficos de este autor son publicados por Marshall y Patterson, que dan a conocer las primeras descripciones de los sedimentos representados en el área.

Posteriormente Galván y Ruiz Huidobro en 1965 definen el Grupo Santa María, el cual corresponde a un espeso complejo sedimentario que aflora en el valle homónimo en la provincia de Catamarca, extendiéndose al norte en territorio tucumano. Bossi y Palma en 1982 indican que este grupo está constituido por las formaciones San José, Las Arcas, Chiquimil, Andahuala y Yasyamayo. Históricamente, las unidades pertenecientes al Grupo, fueron asignadas a varios pisos estratigráficos de las unidades denominadas Calchaquense, Araucanense, Santamariano y Famatiniano, las cuales son consideradas nomenclaturas obsoletas por Bossi y Muruaga (2009). La unidad basal de este grupo correspondiente a la Formación San José, es referida por diversos autores como una unidad correlacionable con la Formación Río Salí (Grupo Choromoro) por los contenidos de yeso y características litológicas que ambas formaciones presentan en común, por ello en esta tesis solo se desarrolla esta unidad.

### **Formación San José** (*Galván y Ruiz Huidobro 1965*)

#### **Antecedentes**

La formación San José fue introducida por Galván y Ruiz Huidobro (1965) y ampliamente estudiada por Bossi y Palma (1982), quienes determinaron un perfil tipo en la quebrada de Añaco (Bossi *et al.*, 1998).

#### **Relaciones de Campo**

La unidad se desarrolla en el Valle de Santa María y se extiende desde la localidad de Ampajango, hacia el Norte, quedando limitada a lo largo del valle por las Cumbres Calchaquíes al Este y las Sierras del Cajón o Quilmes al Oeste. La extensión septentrional de estos depósitos es motivo de controversias debido a que algunos autores han extendido su correlación hasta Bolivia, habiendo asignado sedimentos con similares características a la Formación Yecua, a la que Russo y Serraiotto (1978) correlacionan con la Formación Anta (Grupo Orán - Subgrupo Jujuy) en el Noroeste Argentino, por contener ambas foraminíferos marinos y restos de peces. La gran extensión areal de estos materiales, se debe a que corresponden a secuencias sedimentarias que derivaron de una ingesión marina denominada "Mar Paranaense". Windhausen (1931, p.384) indica que este avance del mar sobre el continente desarrolló los depósitos de mayor extensión areal dentro

territorio Argentino. El bosquejo propuesto por Ramos y Alonso (1995) acerca de la extensión de la ingesión marina en el NOA, plantea que un "brazo" de este mar, se extendió a través de paleo depresiones, que hoy conforman el lecho de los ríos Salado y Dulce en Santiago del Estero, para dirigirse hacia el Norte, dando origen a los depósitos marinos ubicados al Este y Oeste de las Cumbres Calchaquíes antes de su elevación.

### Litología

La litología que representa esta unidad, está compuesta por predominios de pelitas y margas ambas de color verdes o amarillentas, las cuales se hallan laminadas o estratificadas en capas muy delgadas, que se intercalan con areniscas blanquecinas y conglomerados maduros. Se pueden observar calizas micríticas, calizas nodulares y oolíticas. Gavriloff y Bossi (1992) describen que la formación San José presenta dos secuencias lacustres sucesivas. La primera, tiene carácter regresivo y la segunda transgresiva. Esta última es correlacionada con la secuencia transgresiva basal de la Formación Río Salí, ya que ambas formaciones presentan facies costeras y similitudes litológicas y paleontológicas. La secuencia regresiva, que existe en el Valle de Santa María, se caracteriza por la presencia de margas y calizas que no se encuentran desarrolladas en el Este de Tucumán. Los estudios sedimentológicos generados por Bossi y Palma (1982) identifican que los foraminíferos presentes en esta unidad, son de aguas con salinidad variables, indicando la presencia de una extensa franja litoral, que fue expuesta a mareas extraordinarias.

### Edad

En sus inicios, Galván y Ruiz Huidobro (1965) asignan una edad pliocena para todo el Grupo Santa María. En 1980 Bertels y Zaberts estudian foraminíferos bentónicos clasificados como *Ammonia beccarii* (Bossi *et al.*, 1999) hallados en la formación San José, advirtiendo que corresponden a una micro fauna netamente paranaense y afirman la relación existente con la ingesión marina desarrollada durante el Mioceno.

## **Paleógeno y Neógeno del departamento Santa Rosa - Prov. de Catamarca**

---

### **Formación Aconquija** (*Dal Molín et al., 2003*)

#### Antecedentes

González Bonorino (1950a), en la descripción de la hoja geológica 13e, representa a los sedimentos del Cenozoico inferior y medio como depósitos que cubrían el basamento peneplanizado. El único perfil completo y representativo que describe este autor, aflora en el cuadrante NE de la hoja geológica 13e, dentro del Campo de Pucará en la localidad de Agua de las Palomas, que se lo desarrolla precedentemente. En 1972 Mon y Urdaneta describen afloramientos en las nacientes del Río Cochuna y el Río Los Sosa, Provincia de Tucumán, nombrando a esta unidad como Grupo Aconquija. Dal Molin *et al.*, (2003) correlaciona la descripción de González Bonorino, al Grupo Aconquija de Mon y Urdaneta, y redefine esta unidad en la hoja geológica 2766-IV como Formación Aconquija.

#### Relaciones de Campo

Estos depósitos se encuentran adosados al basamento metamórfico, al igual que la Formación Guasayán, por lo que se podría aceptar que corresponden a secuencias correlacionables con las rocas sedimentarias registradas en la sección noroeste del área de estudio, a la altura del empalme de Huacra, pero los afloramientos relevados en ambas provincias no presentan espesores relevantes que adviertan o permitan una relación entre ambas unidades. Se puede suponer que las secuencias sedimentarias que se desarrollan en el sector comprendido entre la localidad de Huacra y la localidad de Alijilán, fueron afectadas por la presencia del lineamiento tectónico de Catamarca. Los afloramientos más representativos se encuentran distribuidos en los valles intermontanos que se ubican entre las megafracturas del lineamiento de Catamarca y el lineamiento de Tucumán, a lo largo de la sierra de Ambato. Igualmente afloramientos de esta unidad, se describen cubriendo el borde oriental de las sierras que forman el cordón montañoso del Sur de Tucumán y se pierden en los sedimentos cuaternarios de la llanura, hacia el naciente.

Dal Molin *et al.*, (2003) sugiere que los mejores afloramientos que representan la unidad, corresponden a un paquete sedimentario yacente en el dique de Escaba. Este autor describe rocas sedimentarias que se apoyan sobre los faldeos orientales de las Cumbres de Los Llanos fuera del área de estudio, que fueron representados en la cartografía solo en las inmediaciones de la localidad de La Cocha, manifestando que estas secuencias son difíciles de relevar producto de la cobertura vegetal existente en este lugar. De la cartografía realizada por el SEGEMAR de la hoja geológica 2766-IV, se observa que las rocas de esta formación no continúan hacia latitudes mayores, por lo que la ubicación en el espacio de esta unidad genera dificultades de comprensión de la estratigrafía del cenozoico inferior, ya que en una distancia aproximada de 40 km sobre el mismo faldeo de sierras, la unidad no se representa y se describe una nueva formación más joven observada hacia el Sur, en el área de trabajo.

Algunos afloramientos que fueron observados en la comuna de San Ignacio, en las cercanías de la localidad de La Cocha, exponen secuencias exhumadas por la elevación de la sierra, que podrían extenderse hasta el área de estudio.

### Litología

La secuencia sedimentaria que se describe en la Hoja Geológica de Concepción, corresponde a una correlación de la unidad descrita por González Bonorino (1950a). En los valles intermontanos, la secuencia inicia con un conglomerado basal con contenido de clastos angulosos de migmatitas, granitos y esquistos, cementados por una matriz arenosa con alto contenido de carbonato de calcio, que suceden a secuencia sedimentaria de areniscas y tobas estratificadas, con estructura entrecruzada y finas capas de mica biotita. Estos materiales pueden ser observados sobre la margen derecha del Río Balcosna, cerca de la localidad de Las Lajas, mientras que hacia el Sur en la localidad de Balcosna se puede encontrar areniscas arcósicas grises a rosadas.

Los afloramientos que se desarrollan en las llanuras, hacia el Este de las sierras, quedan representados por sedimentos que son correlacionados con la sección (I) del perfil general, descrito por González Bonorino (1950a). En las márgenes del Río Seco (hacia el norte del área de estudio) son reconocidos conglomerados caóticos matriz sostén, con clastos redondeados de vulcanitas y matriz pelítica de color verde. Más al norte del área de estudio, en las márgenes del Río Marapa, afloran areniscas tobáceas finas de color gris castaño y areniscas grises con motas de piedra pómez, con estratificación fina entrecruzada y capas de una roca arcillosa (Dal Molín *et al.*, 2003).

### Edad

Las edades que González Bonorino (1950a) adjudica a las secuencias relevadas corresponden al Mioceno y Plioceno medio, sin embargo, dataciones realizadas por Dal Molin *et al.*, (2003) en tobas relevadas en el dique de Escaba, sugieren edades K/Ar de  $44\pm 1$  y  $47\pm 2$  Ma., que insinúan que la unidad fue depositada durante el Eoceno medio.

### **Formación Guasayán** (Battaglia, 1982)

#### Antecedentes

Esta formación fue definida por Battaglia (1982) para referirse a sedimentitas Neógenas que afloran en los flancos de las Sierras de Guasayan, Provincia de Santiago del Estero, y traslada esta descripción a la hoja geológica 14g de El Alto - Provincia de Catamarca, caracterizando unidades aflorantes en la sección oriental de las sierras de El Alto. En 1960 el Dr. Ruiz Huidobro describe al Grupo Choromoro, que posteriormente es redefinido por Bossi en 1969. Huidobro define como la base de este grupo, a la Formación Río Salí, que corresponde a una secuencia Neógeno de limolitas y arcilitas pardo rojizas con altos contenidos de yeso, descriptos precedentemente. Dal Molin *et al.*, (2003) indica que la empresa Minera Tea considera a la Formación Río Salí correlacionable con la Formación Guasayán. Blasco *et al.*, (1994) en la hoja geológica 2966-II nombra lo descrito por Battaglia en el departamento Santa Rosa sin mayores contribuciones. Miró *et al.*, (2005) en la descripción de la Hoja Geológica 2966-IV, indica que hacia el Sur de la localidad de Icaño en las Sierras de Ancasti, aflora una unidad denominada Formación Portillo definida por Aceñolaza y Toselli en 1977, quienes advierten que esta formación correspondería a la sección superior de la Formación Guasayán y sugiere su correlación con la Formación Río Salí. Todas estas unidades nombradas y asignadas al Neógeno por diversos autores, fueron

descriptas como sedimentos formados por un procesos de ingesión marina desarrollado durante éste período, denominado Ingresión marina Chacoparanaense. Cabe señalar que representaciones generadas por Ramos y Alonso *op. cit.*, (1995) acerca de la extensión del mar paranaense en la Argentina, permite visualizar como se desarrolló aproximadamente ésta ingesión en el área de estudio, donde las sierras de Guasayán y El Alto se comportaron como áreas positivas, quedando restringida la depositación a los bordes de sierras en una franja que se extiende hasta el Sur de la provincia de Catamarca, lo que explicaría la relación con la Formación Portillo de Aceñolaza y Toselli (1977), que corresponde a los sedimentos más australes desarrollados por este proceso, en la provincia.

### Relaciones de Campo

Estos sedimentos se observan como una secuencia adosada al borde oriental de las Sierras de El Alto - Ancasti. El trabajo de campaña reveló afloramientos que no son nombrados ni descriptos por ninguna hoja geológica realizada en el área o sectores aledaños. Estos afloramientos se observaron sobre la Ruta Nacional N°64, en el tramo que une la localidad de Huacra, hasta el sector de cruce con el río San Francisco (Imagen N°2). También se observaron algunos afloramientos de esta unidad, en los alrededores de la sierra donde se ubica el Dique de Sumampa, al transitar un camino de tierra que une la Ruta Provincial N°27 con la localidad de Quimilpa (Imagen N°3a). Sobre la Ruta Provincial N°21 que une la localidad de Los Altos y Manantiales, se identifican afloramientos Neógenos que yacen cubiertos de una fina capa de materiales cuaternarios con desarrollo edáfico (Imagen N° 3b). Hacia el Sur y bordeando la sierra de El Alto desde la localidad de Alijilán, se observan porciones de estos materiales adosados al basamento metamórfico, recorriendo las localidades de Ampolla, Las Tunas y Las Cañas. Más al Sur en la localidad de Cortaderas, se pudieron registrar sedimentos con características similares a las de la Formación Guasayán, que se encuentran coronados por una gruesa capa de un conglomerado volcánico, no observable hacia el norte de la región.

### Litología

La unidad descrita por Battaglia (1982) en las Sierras de Guasayan, al Este del área de estudio en la provincia de Santiago del Estero, corresponde a una secuencia de arcillitas rojas que se apoyan sobre el basamento metamórfico de esta sierra y que presentan inclinaciones distintas alrededor del bloque. Sobre la ladera Oeste, las capas tienen rumbo N-S e inclinan 4° con dirección de inclinación Oeste. En las sierras de El Alto-Ancasti, se observan areniscas grises y pelitas verdes, rojas y amarillentas que presentan bancos de yeso fibroso y en bochas. A la secuencia total la corona una capa de cenizas volcánicas cementadas que conforman un conglomerado, observado en la localidad de Cortaderas cubriendo un banco de pelitas verdes y areniscas gris blanquecinas. Es común encontrar bochones de yeso que fueron transportados por la erosión de las unidades Neógenas que se adosan a la sierra y sepultados sobre la traza de las rutas de tierra, que une las localidades de Ampolla y Las Tunas.

Aceñolaza y Toselli (1977) describen una unidad similar, a las observadas en el área de estudio, que aflora al Oeste y suroeste de la localidad de Recreo, mencionando que estos materiales fueron formados en un ambiente fluvial, en donde se desarrollaron cuerpos de aguas temporarios (lagunas). Miró *et al.*, (2005) indica que en las cercanías de Ramblones,

la secuencia más común descrita, corresponde a arcilitas verdes y rosadas con intercalaciones de yeso, que se apoya sobre el basamento metamórfico de la sierras de Ancasti. Este autor divide la secuencia del Neógeno en dos secciones bien definidas observadas en las sierras de Guasayán. La sección inferior correspondería a la Formación Guasayán, con limolitas y arcilitas verdes y contenidos de yeso, mientras que la sección superior es atribuida a la Formación Portillo, que está representada por arcilitas rojas a pardo rosadas yesíferas, limolitas y areniscas.

En el terreno, un relevamiento estratigráfico realizado en un afloramiento cercano a la localidad de Huacra, se observaron 2 m de areniscas y bancos de limolitas margosas, de color verde con altos contenidos de hojuelas de mica biotita, que se intercalan con finas láminas de areniscas gruesas color gris verdoso. Se pueden observar estructuras sedimentarias tipo laminaciones paralelas y cruzadas. Este banco pasa transicionalmente a depósitos menos estructurados, de areniscas grises claras intercaladas con capas de pelitas verdosas finas, con estructuras sedimentarias grano crecientes y capas de 4 cm de espesor con estructura cruzada. El afloramiento presenta valores de posición en el espacio I-30° y DI-80° con un rumbo de capas aproximado Norte-Sur. Esta secuencia estratigráfica fue relevada en el perfil N°1 que define la unidad referida por Eremchuk *et al.*, (2016) a un relieve de "Morros y Lomadas" desarrollado en las planicies. Al Sur del departamento, en la localidad de Cortaderas, se logra identificar una secuencia de areniscas gris verdosas que es coronada por una capa de 1,5 metros de potencia aproximadamente, que corresponde a una capa de conglomerado de matriz cinerítica muy cementado (Imagen N°4).

### Edad

La Formación Guasayán fue asignada al Mioceno *s.l.*, por Battaglia (1982) debido a la presencia de foraminíferos tales como *Rotalia aff. Becarici parkinsoniana* y *Protelphidium aff. tuberculatum*, encontrados en materiales con las mismas características litológicas, que fueron descritos en perforaciones al Sur de Santiago del Estero, en la localidad de Bandera. Este autor indica que dichos foraminíferos, permiten correlacionar la edad de esta unidad con materiales de la Formación Paraná, cuyos depósitos presentan amplia distribución en el Norte argentino y fueron formados por la ingesión marina Chacoparanense durante el Mioceno y Plioceno. Esta interpretación coincide con la generada por Alonso (2000), quien en base a estudios micro paleontológicos concebidos por Bertels y Zaberts (1978) y Zabert (1982), propone una afinidad existente entre la Formación Río Salí (Tucumán), Formación San José (Catamarca) y Formación Anta (Salta) con la Formación Paraná, indicando que todas estas unidades fueron generadas por la misma ingesión marina ocurrida durante el Mioceno.

Es necesario destacar que estos sedimentos corresponden a secuencias que fueron ampliamente distribuidas en el país, y cuyo margen occidental de depositación estuvo vinculado al ciclo tectónico andino, el cual reactiva fallas preexistentes e inicia el proceso acrecional, que dio origen a la posición actual de las sierras pampeanas. Esto permite definir que en el momento de depositación de la formación Guasayán, estas sierras se hallaban como relieves positivos que controlaron la extensión de los depósitos marino - lacustres en el área de estudio.



**Imagen N°2:** Afloramientos de la Formación Guasayán en la Ruta Nacional N° 64 - La Viña.



**Imagen N°3:** a) Areniscas rojas con intercalación bandas de yeso fibroso y b) Areniscas claras - Ruta Provincial N°21, proximos a la localidad de Manantiales.



**Imagen N°4:** Capa de conglomerados de matriz cinerítica que corona las areniscas y pelitas Miocenas en la localidad de Cortaderas.

## Perfiles de Campo

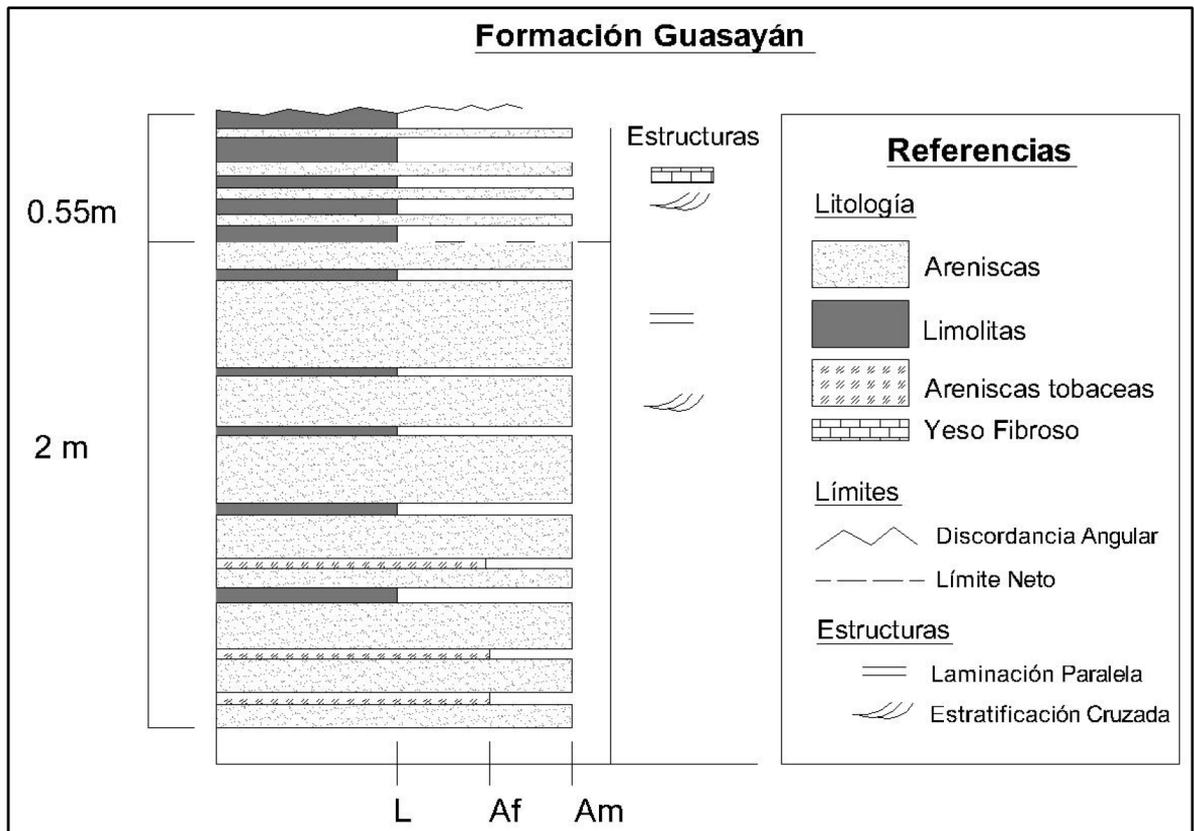
### **Perfil N°1:** Formación Guasayán - Ruta Nacional N°64 - Huacra

Coordenadas: S 28°00'23.8" W 65°34'18.0"

**Descripción:** Corresponde a afloramientos de rocas sedimentarias, asignadas a la Formación Guasayán de edad Terciaria, en donde el perfil alcanza los 2.55 m de potencia. Por encima se posan a través de una discordancia angular, sedimentos asignados a la Formación Concepción. La secuencia terciaria inclina 30° hacia el Este.

**Sección Inferior:** 2 m. Areniscas intercaladas con estratos de limolitas verdosas de hasta 10 cm de espesor y bancos de areniscas finas tobáceas de 4 cm de espesor. Se observan hojuelas de biotita contenidas en finas laminaciones de arenas gruesas color gris verdoso. Las areniscas presentan laminación paralela y laminación cruzada. El límite con la sección superior es neto, en la cual se observa un aumento de los bancos de limolitas.

**Sección Superior:** 0.55 m. Limolitas verdosas intercaladas con bancos de 4 cm de espesor de areniscas grises claras con estructura sedimentarias grano creciente con estructuras cruzadas, y capas de yeso fibroso. Pasa al horizonte supra yacente a través de una discordancia angular.



**Perfil Estratigráfico N°1:** Perfil estratigráfico de la Formación Guasayán observado sobre la Ruta Nacional N°64 en las cercanías de la localidad de Huacra.

## **Formación Las Cañas** (Battaglia, 1982)

### Antecedentes

Esta nomenclatura fue utilizada por Battaglia (1982) para definir una secuencia sedimentaria que se observa en el Sur del departamento Santa Rosa. Beder (1928) en los alrededores de las sierras de Guasayán, define a estos sedimentos como rocas correlacionables al "Terciario Subandino" por ser contenedoras de areniscas rojizas. Si bien este autor se refiere a estos materiales como conglomerados, secuencias observadas en canteras indican la predominancia de las fracciones arenosas en profundidad.

### Relaciones de Campo

El perfil tipo de esta unidad fue descrito en las cercanías de la localidad de Las Cañas, en la sección sureste del departamento Santa Rosa. Los perfiles analizados en el área de estudio corresponden a afloramientos hallados en sitios de extracción de áridos, que se disponen alrededor de la Ruta Nacional N°64. Un ejemplo de estos depósitos, se puede observar en los perfiles N°13 y 14 (ver Anexo), descritos entre la localidad de La Victoria y Bañado de Ovanta por Eremchuk *et al.*, (2016). Otros afloramientos se encuentran descritos por Battaglia (1982), alrededor de las sierras de Guasayán, al Este del Departamento Santa Rosa.

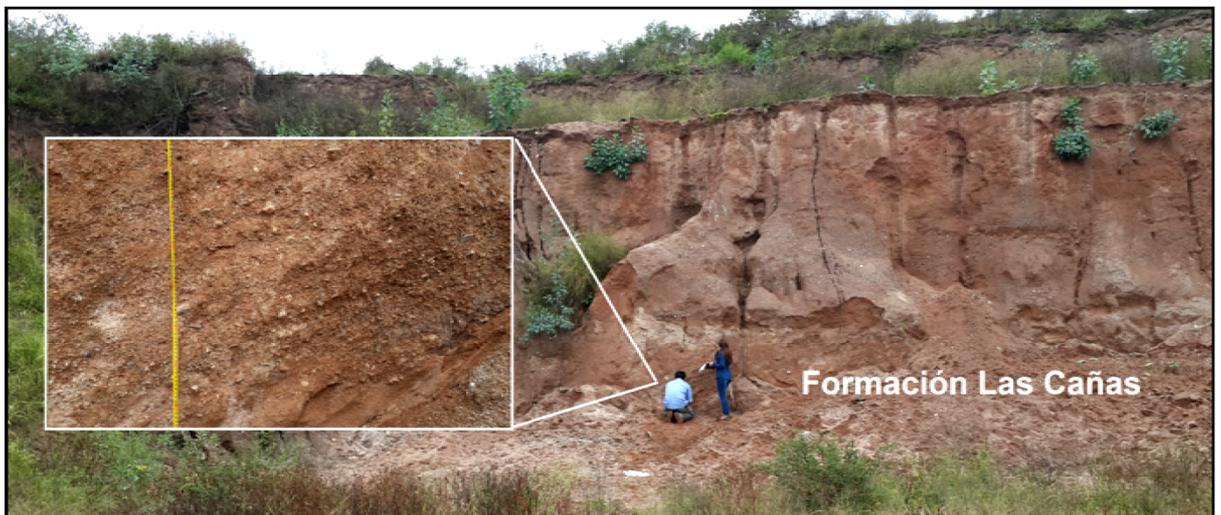
### Litología

Esta unidad se identifica en este trabajo en el perfil N°2 y corresponden a un perfil quebrado donde se identifica una sección inferior y una superior. Este perfil comprende materiales de la Formación Las Cañas, a las que suprayacen sedimentos cuaternarios de la Formación Concepción, a través de una discordancia erosiva. El grado de compactación o litificación que presentan estas rocas es bajo por lo que se hace referencia de estas, como sedimentos. La sección inferior de la Formación Las Cañas está compuesta por arenas y gravas poco consolidadas, con altos contenidos de arcilla de color rojizo que rellenan los intersticios. Esta arcilla corresponde a un sedimento de origen secundario (Battaglia 1982) cuya génesis estaría relacionada a una posible alteración de micas biotitas, lo que le confiere el color rojo intenso al banco. La sección Inferior del perfil N°2 muestra una intercalación de gravas y arenas gruesas de color rojizas con clastos del basamento ígneo metamórfico que constituyen bancos friables, cuyas capas se encuentran recubiertas con eflorescencias salinas que son asociados al escurrimiento de aguas superficiales que afloran en profundidad. El perfil total mide unos 15 metros de espesor, y no se observa un límite en la parte baja del perfil (Imagen N°5). En la sección superior Las arenas presentan granulometrías finas a gruesas con individuos mayores que oscilan en un promedio de 2 a 5 cm medidos en su eje mayor y gravas finas a medias. En algunos sectores donde se registraron estos sedimentos, se observan bancos de sedimentos finos arcillosos con grietas generadas por procesos de hinchamiento y contracción, rellenas por concreciones carbonáticas. Battaglia (1982) indica la presencia de materiales volcánicos contenidos en esta formación, los cuales no se observaron en el levantamiento de perfiles realizados en el área de estudio. Los valores de inclinación de capas registradas en el relevamiento del perfil son I-20° y DI-150°.

Afloramientos registrados al Este de la localidad de Las Cañas permiten apreciar una sucesión sedimentaria, cuya base corresponde a una capa de brecha volcánica dura, que suprayace la Formación Guasayán y que fueron registradas también, más al Sur en la localidad de Cortaderas.

### Edad

Esta unidad, al apoyarse a través de una discordancia sobre la Formación Guasayán puede inferirse que tiene una edad Neógena Superior, pero no existe ninguna datación que confirme esta hipótesis. Battaglia (1982) indica que la presencia de un banco de tobas que corona esta formación la correlacionaría con el Araucanense, pero en el terreno no se registraron estos bancos volcánicos. En esta tesis, a los materiales de la Formación Las Cañas se los considera de edad Pliocena Superior por su posición en la columna estratigráfica.



**Imagen N°5:** afloramientos de la Formación Las Cañas, en las inmediaciones de la Ruta Nacional N° 64.

## Perfiles de Campo

**Perfil N°2:** Formación Las Cañas - Ruta Nacional N° 64 - Bañado de Ovanta.

Coordenadas: A) S 28°07'31.3" - W 65° 17'03.3" y B) S 28° 05' 55.5" - W 65° 21' 03.5"

Descripción: Corresponden rocas sedimentarias de la Formación Las Cañas (Battaglia, 1982). El espesor total de la secuencia es de 10.50 m. La sección inferior, observada en una zona de cantera de áridos (A), alcanza los 8 m. de arenas rojizas, mientras que la sección superior relevada en otro sector (B), se encuentra en contacto con la unidad de Formación Concepción con 2.50 m. La unidad tiene una inclinación de 22° hacia el sudeste.

**Sección Inferior:** 8 m. Intercalaciones de arenas gruesas y finas de composición ígnea-metamórfica, poco consolidadas con bloques aislados que alcanzan los 10 cm medidos en su eje mayor y laminación paralela. Los traspasos hacia niveles superiores



## Cuaternario

En el área de estudio, las unidades cuaternarias están representadas por sedimentos fluviales, eólicos y coluviales que se distribuyen desde las sierras de El Alto, sierra de Ancasti y sierra Guayamba, y se extienden en las llanuras tucumanas. Los depósitos cuaternarios se encuentran formando parte de las áreas cumbres de bloques serranos, pie de montes, márgenes de los ríos y depósitos de planicies aluviales. Por ello la clasificación de estas unidades, está relacionada a la distribución de los materiales en el espacio y su dependencia con los procesos de transporte, rocas de donde derivan y áreas donde yacen. Los sedimentos limo arcillosos de origen eólico se encuentran distribuidos desde las áreas cumbres de las sierras, hasta las llanuras. En el piedemonte es posible observar que la sección superior de los geoformas aluviales, se encuentra cubierta por un banco de hasta 3 metros de sedimentos limo arcillosos retransportados, donde se desarrolla la vegetación y que constituye la base de las actividades agrícolas concebidas en el departamento. Hacia el pie de las sierras los sedimentos son de origen aluvio - coluvial, y constituyen geoformas que se adosan sobre las laderas o pie de montes, que pierden volumen a pocos kilómetros de la salida del tronco montañoso y quedan cubiertos por sedimentos de origen eólico y fluvial que conforman las planicies. El sector centro y Este del departamento, se encuentra afectado por un sistema de ríos, que nacen en las sierras y pierden su expresión hacia los límites departamentales. La litología de este sistema de cauces, presenta aumentos en las fracciones arenosas lo que permite el desarrollo de la extracción de áridos. En estas llanuras el relieve muestra menor expresión, observándose accidentes saltuarios representados por bajos u hondonadas, que funcionan como cubetas receptoras de los excedentes hídricos generados por la lluvia y que, en algunos casos, corresponden a paleocauces que atraviesan el departamento.

Los análisis y descripciones generados por diversos autores de las unidades cuaternarias, rara vez fueron observados dentro del área de estudio, por lo que se consideró generar una descripción sedimentaria, que permita correlacionar los depósitos relevados con unidades descriptas en áreas vecinas. Por ello, se utilizó el repositorio de muestras obtenidas en el marco del proyecto ejecutado por el CGC en el Dpto. Santa Rosa, para la determinación de las fracciones granulométricas, contenidas en la sección superior de cada perfil.

Edad		Recreo	Concepción	S.F del V de Cat.	El Alto	Santa Rosa
		Catamarca	Tucumán	Catamarca	Catamarca	Catamarca
Era	Epoca	Miró <i>et al.</i> , 2005	Dal Molín <i>et al.</i> , 2003	Blasco <i>et al.</i> , (1994)	Battaglia (1982)	Este Trabajo
Cenozoico	Holoceno	Playas, dunas y Barreales	Dep. Fluviales/ Dep. Salinos	Dep. Aluviales, eólicos, salinos e indiferenciados	Depósitos aluviales, eólicos, etc.	Alo - Formación Santa Rosa
		Abanicos aluviales	Dep. eólicos/Dep. de remoc. en masa			Loess Retransportados
		Limos arenosos de altura Loess	Dep. pedemontanos / Dep. aluviales			F° San Pedro
	Pleistoceno	F° Coneta		F° Coneta		F° Capellanía
		F° Concepción		F° Concepción		F° Concepción
		F° Concepción	F° Concepción	F° Concepción		F° Tucumán

**Cuadro N°3:** Cuadro cronoestratigráfico Cenozoico Superior.

## Pleistoceno

---

### **Formación Tucumán** (Bonaparte y Bobovnikov. 1974)

#### Antecedentes

La región pampeana es una extensa planicie donde afloran sedimentos eólicos cuaternarios, los cuales fueron propensos a ser movilizados por agentes exógenos y redepositados bajo un régimen fluvial. Estos fueron reconocidos en Catamarca por González Bonorino (1978) como materiales areno arcillosos parecido a loess, pero que presentaban ciertas diferencias genéticas con estos sedimentos.

Las superficies generadas por los depósitos eólicos, desarrollados durante este período, evidencian procesos de deflación y acumulación loésica acaecidas durante el Pleistoceno, que fueron la base de procesos genéticos que dieron origen a paleosuelos (Zárate, 2003). Los registros de este período están representados por una sucesión sedimentaria relativamente homogénea de limos arenosos y limos arcillosos de colores castaños, descritos como loess retrabajados por procesos fluviales (Teruggi, 1957) intercalados por capas de cenizas volcánicas. Considerando la distribución geográfica de estos sedimentos y su interrelación con las condiciones climáticas reinantes durante el pleistoceno, Sayago (1995) y Zinck y Sayago (1998) proponen la subdivisión en loess Neo-tropicales y loess Pampeanos. En 1969 Bossi, describe una unidad al Sur del valle de Choromoro, denominada Formación Ticucho y que es asignada de manera tentativa al Pleistoceno Inferior. Bonaparte y Bobovnikov (1974) definen los sedimentos finos de las llanuras tucumanas como Formación Tucumán. Posteriormente Esteban *et al.*, (1988) genera una mejor descripción litoestratigráfica de esta formación, descubriendo una gran variabilidad de fauna fósil que se desarrolló en la misma temporalidad de la depositación de estos sedimentos. Collantes *et al.*, (1993) estudia afloramientos ubicados en el límite de las sierras de Aconquija y Sierras Calchaquíes, asignándoles el nombre de Formación Tafí del Valle, la cual presenta una cantidad considerable de paleo suelos intercalados con horizontes cineríticos. Toledo (2011) describe en el valle de Balcosna, una secuencia de sedimentos finos que se asientan en discordancia con el basamento metamórfico o sobre rocas del Cenozoico Inferior. Esta secuencia por contener rasgos y edades similares, las correlaciona con las secuencias descriptas en la Formación Tafí del Valle. Los análisis litológicos de perfiles realizados por Collantes *et al.*, (1993) en Tafí del Valle, indica bancos sedimentarios que presentan hasta 28 intercalaciones de paleosuelos, a lo que los autores se refieren como periodos de calma en donde las condiciones fueron óptimas para el desarrollo edáfico. Frente a estas descripciones se plantea un problema, debido a que estos paleosuelos se desarrollan en un perfil con una potencia de 43 m aproximadamente, en donde quedarían registradas 28 oscilaciones climáticas, en un lapso menor a 10.500 años. Estas características son raramente observadas en las unidades asignadas a las llanuras, debido a que se relevaron pocos paleosuelos durante el levantamiento de campaña.

#### Relaciones de Campo

Los materiales que conforman esta unidad, se encuentran depositados desde el borde oriental de las sierras de El Alto-Ancasti hasta los límites departamentales, en donde pasan

a formar parte de la llanura chaco pampeana. Se extiende a lo largo de una extensa planicie aluvial con depresiones aisladas o "bajos hidromórficos" que fueron clasificadas en la descripción Hidrogeomorfológica de Bañado de Ovanta (Eremchuk *et al.*, 2016), y que se observan como un paisaje ondulado.

En la imagen N°6 se muestran afloramientos que serían similares a los sedimentos descritos por los autores antes mencionados como "perfiles tipos" y que corresponde a relevamientos efectuado en las cercanías de la localidad de La Bajada, que muestran sedimentos asignados, en este trabajo, a la Formación Tucumán de Bonaparte y Bobovnikov (1974).

A 1500 metros de la Ruta Nacional N° 64, sobre la Ruta Provincial N°152, que accede a la localidad de Manantiales, se realizaron observaciones (en Eremchuk *et al.*, 2016) de grandes bancos de sedimentos eólicos, yacentes sobre terrenos que forman parte de la terraza alta del Río El Abra. Al Norte de la localidad de Monte Redondo y Cuchinoque los afloramientos presentan sedimentos que se extienden hasta las planicies que forman parte de la llanura tucumana, también registrados en la porción Este del Departamento Santa Rosa, en la localidad de Alta Gracia. Análisis realizados en la localidad de Bañado de Ovanta, permitieron observar una secuencia sedimentaria bien diferenciada de materiales finos.

### Litología

Esta unidad, está caracterizada por presentar una sucesión de loess que es intercalada por paleosuelos, lentes o bancos discontinuos de cineritas y horizontes oscurecidos, que corresponden a niveles que sufrieron procesos de iluviación de arcillas. Los sedimentos finos son predominantemente limo-arcillosos y presentan coloraciones pardas, pardas amarillentas o pardas rojizas. El contenido de arena muy fina, varía en relación al horizonte que es analizado dentro del perfil, encontrando fracciones de arenas más gruesas a medida que se acercan a los cursos fluviales que circundan el departamento. Los perfiles relevados para esta unidad, describen sedimentos que se hayan formando parte de las planicies aluviales y planicies eólicas, en donde las descripciones más representativas corresponden al perfil N°3 y N°4. El primero fue realizado en el paraje La Bajada, el cual presenta en su sección inferior niveles con altos contenidos de cenizas volcánicas, mientras que el segundo perfil fue relevado sobre una de las márgenes del río El Abra y presenta los niveles volcánicos en la sección superior.

### Edad

Bonaparte y Bobovnikov (1974) asigna esta unidad al Pleistoceno Superior por presentar fósiles de edad Lujanense o SALMA Lujanense (*South American Land Mammal Ages o Edad del mamífero de América del Sur*).



Imagen N°6: Sedimentos que conforman la Formación Tucumán

## Perfiles de Campo

### Perfil N°3: Paraje La Bajada

Coordenadas: S 27°54'26.8" W 65°22'22.8"

Descripción: se relevan afloramientos del paraje La Bajada, donde es posible observar un perfil de más de 4 m de potencia (Imagen N°7). La génesis de los depósitos es predominantemente eólica, aunque se encuentran interdigitados bancos de tobas (cenizas volcánicas) y con materiales aluviales en la sección superior.

**Nivel 1:** (inferior) 0,90 m. Limos arcillosos muy coherentes, con concreciones de arcilla. Coloración parda oscura. Rompe en bloques irregulares, moderadamente friables. El límite que lo separa con el horizonte superior es abrupto y ondulado.

**Nivel 2:** 0,83 m. Horizonte de arenas volcánicas gruesas arcillosas muy poco estructuradas y friables, que aumentan el tamaño de grano de abajo hacia arriba. Presenta coloraciones gris claras en la parte baja del banco y mientras se acerca al horizonte superior las coloraciones se hacen pardo rojizas por el aumento de la proporción de arcillas. Alto contenido de humedad. El límite con el horizonte suprayacente es difuso.

**Nivel 3:** 0,73 m. Arenas volcánicas muy finas con alto contenido de arcilla, de color pardo. Rompe en bloques angulosos friables. El límite superior es abrupto e irregular.

**Nivel 4:** 0,44 m. Arenas muy finas con alto contenido de arcilla de coloración rojizas, muy coherentes, que rompen en bloques. Alto contenido de humedad. El límite con el horizonte suprayacente es gradual e irregular.

**Nivel 5:** (Nivel superior) 0,90 m. Arenas muy finas limo arcillosas, de carácter loésico, pero sin contenido de carbonatos, donde se desarrolla la cubierta vegetal. Se observa un sedimento menos estructurado que permite el desarrollo de las raíces hasta una profundidad de 20 cm., y de coloración más oscuras que los niveles subyacentes.

Análisis textural de laboratorio

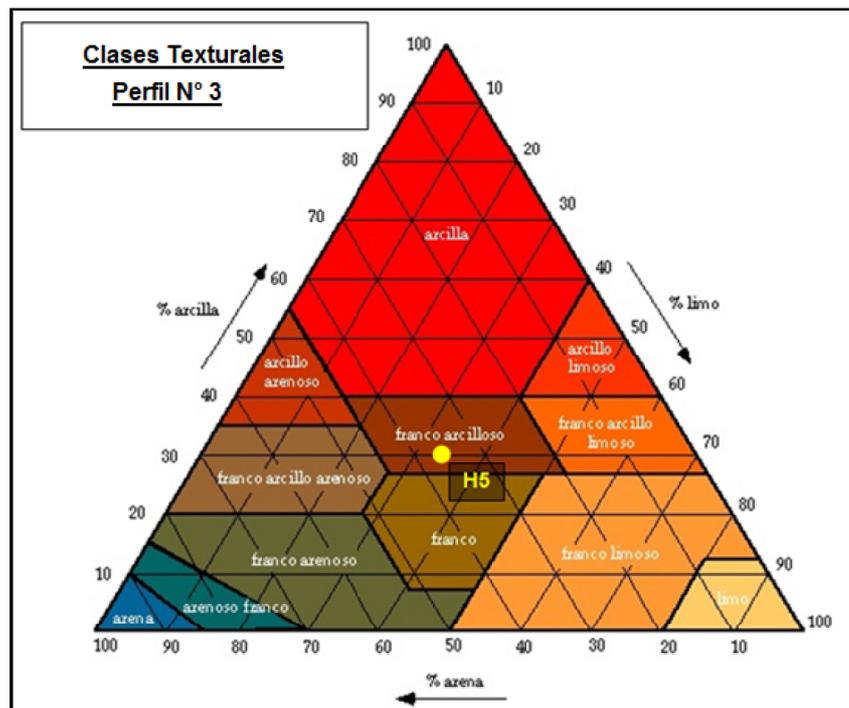
Horizontes	Porcentajes	Sedimentos
<b>Nivel 1 (inferior)</b>	58,8 %	Limo
	41,2%	Arcilla
<b>Nivel 2</b>	94,1%	Cenizas volcánicas Muy Finas
	5,9%	Arcilla
<b>Nivel 3</b>	75%	Cenizas volcánicas Muy Finas
	25%	Arcilla
<b>Nivel 4</b>	65,6%	Arenas Muy Finas
	34,4%	Arcilla
<b>Nivel 5 (superior)</b>	36,7%	Arenas Muy Finas
	33,3%	Limo
	30%	Arcilla



**Imagen N°7:** Columna sedimentaria relevada en el paraje de La Bajada, con presencia de bancos cineríticos.

Clasificación textural

El diagrama triangular mostrado en la figura N°6 corresponde a la clasificación textural de los materiales contenidos en el nivel 5 (H5) del perfil N° 3 antes descrito, que indican la presencia de materiales con textura Franco Arcillosa



**Figura N°6:** Clasificación textural del nivel superior (H5) del perfil N°8

**Perfil N°4:** Margen del Río El Abra, intersección con Ruta Nacional N°64.

Coordenadas: S 28°04'56,1" W 65°27'21,8"

Descripción: Corresponden a depósitos que afloran en la margen derecha del río El Abra o Manantiales (Imagen N°8), cuyos sedimentos son de carácter eólicos y se encuentran interdigitados o relacionados con acumulaciones típicamente fluviales de la planicie de desbordamiento. La potencia alcanza los 3,90 m y se los describe desde la base hacia el techo del perfil.

**Nivel 1:** (inferior) 0,65 m. Arenas finas arcillo limosas de color pardo rojizas. Rompe en bloques bien agregados, angulosos y coherentes. Se separa del horizonte superior a través de un límite gradual irregular.

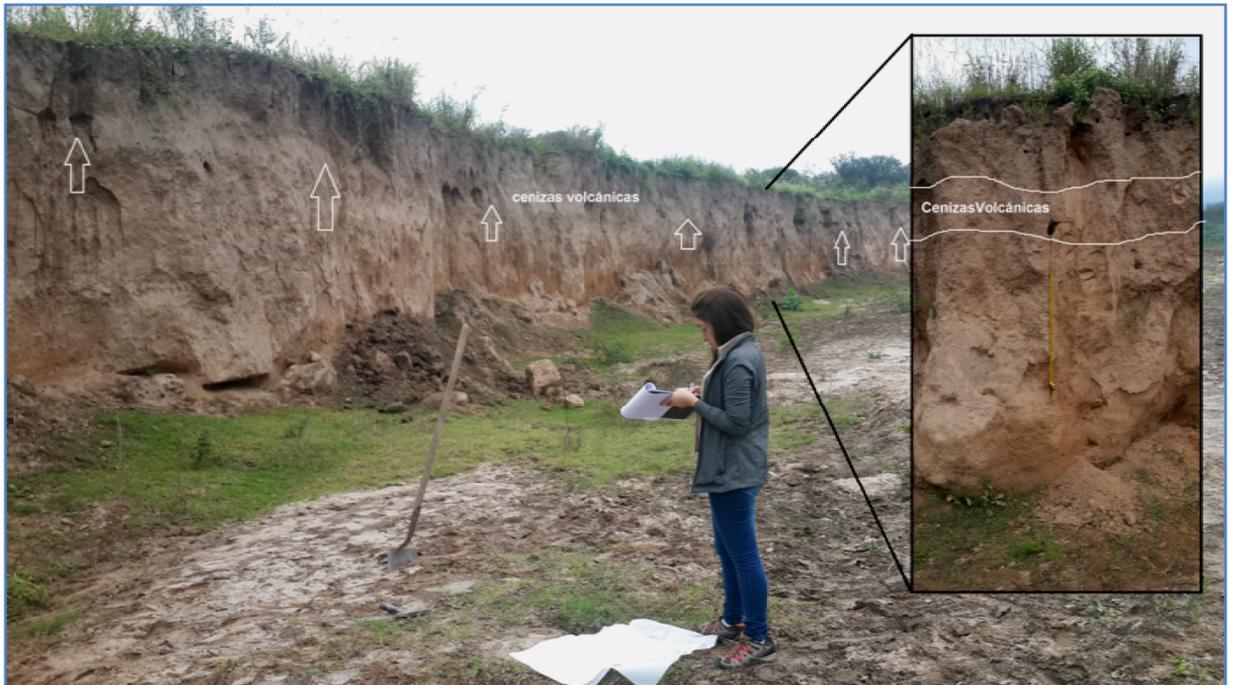
**Nivel 2:** 1,80 m. Limos areno arcillosos color pardo claro. Rompe en bloques grandes angulosos y muy coherentes. Se separa del horizonte a través de un límite difuso.

**Nivel 3:** 0,35 m. Arenas muy finas limosas que contiene un banco de 15 cm de arenas volcánicas arcillosas gris claro poco estructuradas. Límite superior difuso.

**Nivel 4:** (superior) 1,10 m. Arenas limosas color pardo oscuro, con alto contenido de materia orgánica. Desarrollo de la cubierta vegetal.

Análisis textural de laboratorio

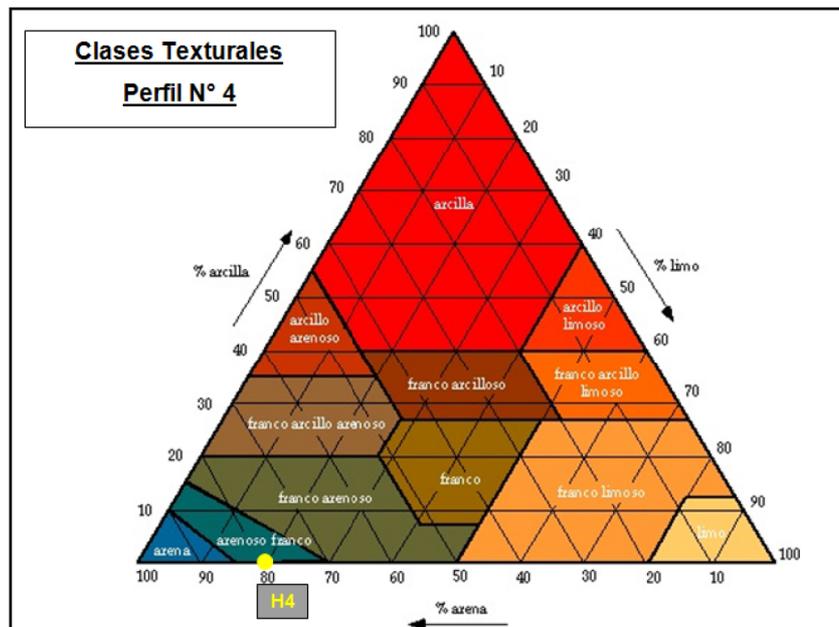
Horizontes	Porcentajes	Sedimentos
<b>Nivel 1 (inferior)</b>	54,5%	Arena Fina
	18,2%	Limo
	27,3%	Arcilla
<b>Nivel 2</b>	33,3%	Arena Fina
	42,9%	Limo
	23,8%	Arcilla
<b>Nivel 3</b>	64%	Arena Muy Fina
	36%	Limo
<b>Nivel 3a*</b>	53,3%	Arena Muy Fina Volcánicas
	40%	Limo
	6,7%	Arcilla
<b>Nivel 4 (superior)</b>	80%	Arena Muy Fina
	20%	Limo



**Imagen N°8:** Sedimentos de la Formación Tucumán coronados por una capa de cenizas Volcánicas en las márgenes del Río el Abra.

Clasificación textural

El diagrama triangular mostrado en la figura N°7 corresponde a la clasificación textural de los materiales contenidos en el nivel 4 (H4) del perfil N° 4, antes descrito, que indican la presencia de materiales con textura arenosa franca.



**Figura N°7:** Clasificación textural del nivel 4 (H4), del Perfil N° 4.

## **Formación Concepción** (Fidalgo, 1966)

### Antecedentes

González Bonorino (1950b) denominó a estas geoformas como "Primer Nivel De Piedemontes", y posteriormente fue redefinida como Formación Concepción por Fidalgo en 1966 quien describe el primer nivel de abanicos que se adosa al pie de monte de las sierras de Ambato. Nullo (1981) genera la descripción litológica, ajustando las características de esta unidad, y luego Blasco *et al.*, (1994) extiende la formación hacia los faldeos Este y Oeste de las sierras de Ancasti. Dal Molin *et al.*, (2003) describe estos materiales como fanglomerados que cubren los faldeos de la sierra de El Alto, sierras de Guasayán y las sierras del Sur de Tucumán. El análisis de las curvas topográficas del departamento Santa Rosa, permite identificar una serie de geoformas que se alinean en un rumbo sub meridional, con forma de "morros y lomadas" y que fueron definidas por Eremchuk *et al.*, (2016) en el área de estudio. Estas geoformas comprenden una serie de porciones elevadas en el terreno, que fueron encontradas a lo largo de la Ruta Nacional N°64. Advirtiendo escasa toda información acerca de las características sedimentarias de estas unidades en la bibliografía, se realizó el estudio en detalle de sus constituyentes sedimentarios. Al realizar los perfiles que caracterizan a esta unidad, se observaron en la sección inferior materiales asignados en este trabajo a la Formación Guasayán y Formación Las Cañas, que corresponden a secuencias sedimentarias Neógenas.

### Relaciones de Campo

Dentro del área de estudio los materiales cuaternarios se desarrollaron en el pie de montes de la sierra de El Alto y las sierras de Ancasti, extendiéndose hacia las llanuras, y posteriormente quedaron cubiertos por los materiales que forman parte de las planicies aluviales. Blasco *et al.*, (1994) indica que los sedimentos pleistocenos se encuentran en las inmediaciones de la localidad de Las Cañas y más hacia el sur, siguiendo el nick de las sierras, hasta la localidad de Tapso. Los afloramientos más representativos de esta unidad fueron encontrados a lo largo de la Ruta Nacional N°64 y fueron relevados en la sección superior de los perfiles N° 1 y 2 desarrollados en las cercanías de Huacra y Bañado de Ovanta, encontrándose también vestigios de esta unidad más al Este, en la localidad de El Abra (Imagen N°11). Al Norte de la localidad de Los Altos (Imagen N°9) se registran sedimentos que se hallan constituyendo la sección superior de un relieve de morros y lomadas, desarrollado a lo largo de un rumbo NO-SE. En este perfil se pudieron observar y analizar las características de afloramientos que se presentan cortados por caminos de accesos a parcelas de cultivos. Con fines prácticos la numeración de los perfiles es progresiva en este texto, por lo que se denomina Perfil N° 5 y 6 a las secciones superiores de los Perfiles N° 1 y 2 antes descriptos.

### Litología

La litología de los sedimentos al pie del Ambato corresponde a sedimentos fanglomerádicos, en el sentido de Polanski (1966) compuestos por bloques erráticos de hasta 1,5 m de diámetro y rodados del tamaño grava media a gruesa, cuya composición depende de las áreas de procedencia. En el área de estudio, la unidad es reconocida debido a que presenta

alteración en sus rodados, los esquistos lo hacen aprovechando sus planos de esquistosidad y foliación, mientras que los rodados de migmatitas y granitoides lo hacen en forma catafilar observados en el Perfil N°5. Esta característica es una constante de estos depósitos en la Sierras Pampeanas de Catamarca y estaría indicando un clima árido con importantes amplitudes térmicas al momento de su depositación, que llevaron a los clastos a una ruptura como producto de meteorización térmica. La litología de los afloramientos observados, está constituida por una grava matriz portante que contienen bloques de basamento cristalino de composiciones ígneas y metamórficas, con formas mayormente redondeadas y con tamaños que oscilan entre 10 y 35 cm. El Perfil N°6 presenta en su sección superior gravas finas, con algunos bancos poco cementados por carbonato de calcio, mientras que los afloramientos observados en las inmediaciones de Los Altos exhibe en la sección superior, gravas matriz portantes con individuos de composición ígnea-metamórfica que se diferencian por presentar individuos de mayor tamaño

### Edad

En el valle central de Catamarca, los depósitos de primer nivel de pie de monte, fueron asignados por Nullo (1981) al Pleistoceno, y Eremchuk *et al.*, (1981) indica que estas geoformas se encuentran afectadas por fallas que modifican a los abanicos del pie de la sierra de Ancasti, sucedidas durante el cuaternario reciente. En el área de estudio esta unidad es nombrada por Battaglia (1982) como Formación Capellanía, la cual presenta características similares a la Formación Coneta (Nullo 1981), que es considerada de edad Holocena, criterio que no es considerado en este trabajo. La posición estratigráfica y la relación con los loess pampeanos, lleva a fijar a estos sedimentos al Pleistoceno Superior.



**Imagen N° 9:** Sedimentos que conforman los relieves de morros y lomadas en las inmediaciones de la localidad de Los Altos.

## Perfiles de Campo

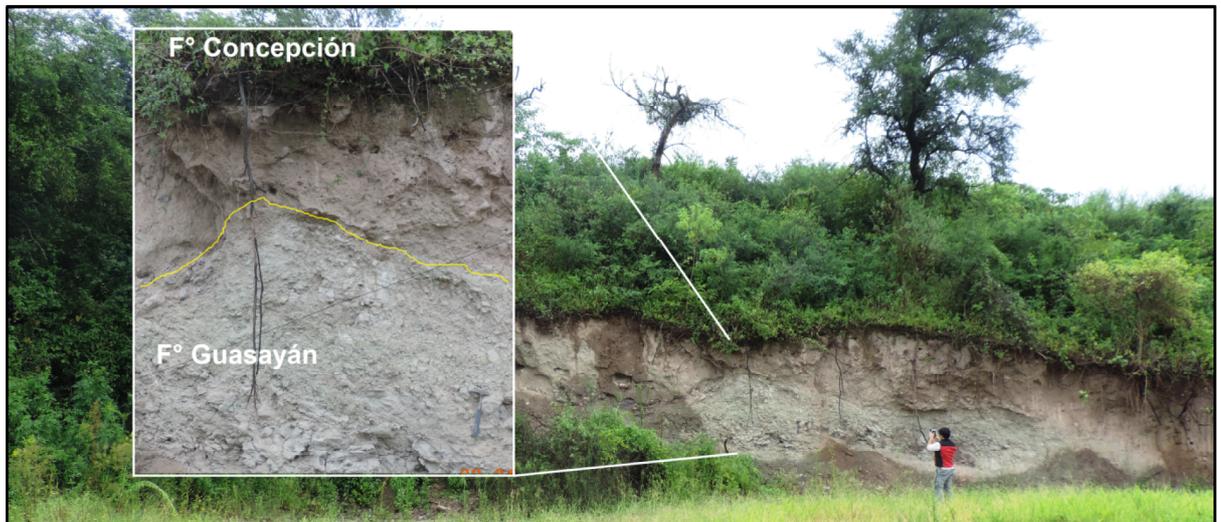
### **Perfil N° 5:** Relevamiento de la Formación Concepción en las cercanías de Huacra

Coordenadas: S 28°00'23,8" W 65°34'18,0"

Descripción: Corresponde a delgadas acumulaciones cuaternarias, predominantemente coluviales, que coronan el relieve de “morros y lomadas residuales” por encima de las sedimentitas de la Formación Guasayán (Perfil N°1). La potencia del afloramiento alcanza 1,60 m. (Imagen N°10)

**Nivel inferior:** 0,50 m. Gravas matriz portante arena limosa, con individuos ígneo-metamórficos de 5 a 20 cm de largo, que gradan hacia arriba a individuos de menor tamaño. Los individuos se encuentran recubiertos por una pátina de caliche o tosca que reacciona fuertemente al ataque ácido. La matriz rompe en bloques irregulares coherentes y su límite con el horizonte superior es difuso.

**Nivel superior:** 110 m. Horizonte de arenas gruesas y limos donde se desarrolla la cubierta vegetal, y rompe en bloques irregulares moderadamente friables, con presencia de raíces.



**Imagen N°10:** Sedimentos de la Formación Concepción sobre la Formación Guasayán - Ruta Nacional N°64 - Huacra.

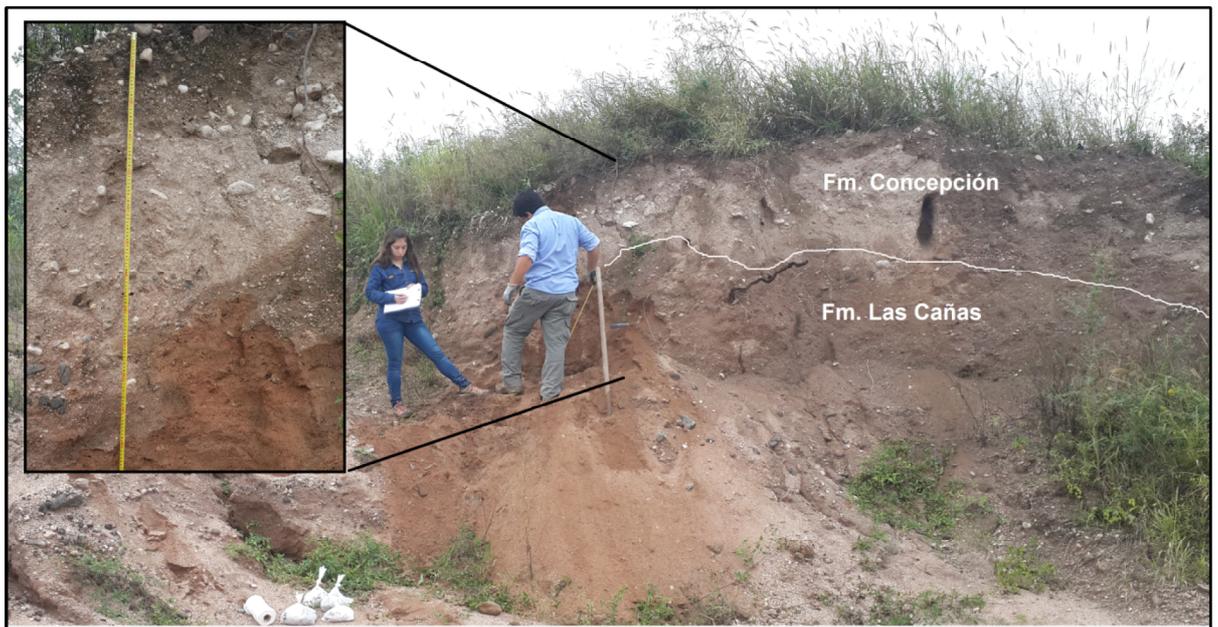
### **Perfil N°6:** Relevamiento de la Formación Concepción - Bañados de Ovanta.

Coordenadas: S 28°05'55,5" W 65°21'03,5"

Descripción: Corresponden a una delgada capa de materiales fluvio-coluviales, de edad cuaternaria que coronan la formación Las Cañas (Perfil N°2), con una potencia de 1,07 m, y una matriz con predominio de sedimentos arenosos (Imagen N°11).

**Nivel inferior:** 0,27 m. Grava fina, matriz portante con individuos alterados de hasta 10 cm de longitud, con naturaleza ígnea-metamórfico. Pasa al horizonte superior a través de un límite gradual.

**Nivel superior:** 0,80 m. Gravas gruesas matriz portante, levemente cementadas por carbonato de calcio, con clastos mayores de hasta 15 cm de longitud que se observan alteradas y rompen al golpe del martillo. Se observan concreciones de gravas finas fuertemente cementadas por carbonato de calcio. Horizonte donde se desarrolla la cubierta vegetal.



**Imagen N°11:** Relevamiento de la Formación Concepción - Perfil N°6 - Cercanías de Bañado de Ovanta, sobre Ruta Nacional N° 64.

## Cuaternario - Holoceno Inferior

---

### **Formación Capellanía** (Battaglia, 1982)

#### Antecedentes

Battaglia en 1982 describe sedimentos cuaternarios, que constituían geofomas aluviales adosadas al pie de monte oriental de las sierras de Ancasti y les adjudica el nombre de Formación Capellanía. Nullo (1981) asigna el nombre de Formación Coneta a la unidad que corresponde al segundo nivel de pie de monte, observado sobre el faldeo oriental de las sierras de Ambato y parte de la unidad que Fidalgo (1966) denominó "Gravas y Limos de Huillapima". La descripción que Fidalgo realiza, se basa en la distribución espacial del cono aluvial de Huillapima, y posteriormente esta caracterización es extrapolada al valle central de Catamarca. Battaglia (1982) entiende que estos sedimentos se relacionan de manera temporal a los depósitos loésicos cuaternarios, pero no menciona si la relación existente incluye a loess originales o aquellos que fueron retransportados. Blasco *et al.*, (1994) extiende la Formación Coneta, hacia el Valle comprendido entre las sierras de Ancasti y Guasayán, agrupando sedimentos que no coinciden con las características originales de la formación. En este trabajo la unidad referida a la Formación Capellanía presenta similitudes litológicas y morfológicas con los sedimentos de la Formación Coneta, ya que corresponde a una geofoma aluvial semiactiva que se desarrolla en el pie de monte de las sierras.

#### Relaciones de Campo

Esta formación fue utilizada por Battaglia (1982) para caracterizar a los sedimentos acarreados por el río Alijilán o La Capellanía, los cuales se distribuyen forma progresiva hacia las planicies aluviales. Los afloramientos más representativos yacen en las inmediaciones de Alijilán, y la localidad de La Aguada. Hacia el Oeste y adosados a las sierras de Alijilán, se observan sedimentos asignados a esta unidad, a la derecha del río Lampazo, el cual vierte sus aguas en el Dique La Cañada. Más al Norte en la localidad de Quimilpa, otros afloramientos se distribuyen desde el tronco montañoso hacia NO formando un abanico aluvial sobre el cual se asienta la localidad de Los Altos. Hacia el Sur en la localidad de las Tunas, se registraron pequeños afloramientos que no son representables en la cartografía por las dimensiones que presentan.

#### Litología

La unidad está constituida por gravas de naturaleza ígnea-metamórfica con alto grado de imbricación entre sus clastos y en algunos niveles se pueden observar gravas matriz portante, de carácter areno limosa. Las secuencias presentan en la sección superior, sedimentos finos similares a limos loésicos, que por ausencia de carbonatos y alta cantidad de materia orgánica, se los clasifica como loess retransportados. La unidad fue reconocida por Battaglia (1982) como fanglomerados de abanicos aluviales con altos contenidos de finos. El piso donde se desarrollan estas secuencia corresponde al talweg del río Alijilán (o río La Capellanía) que está constituido por un conglomerado muy coherente, cuyos individuos ígneos-metamórficos se encuentran cementados por una matriz carbonática

(Imagen N°12). La sección superior del perfil N°7 presenta un banco de loess re transportado, que en sus inicios Battaglia (1982) agrupaba a la Formación Capellanía, pero en este trabajo se los representa como dos unidades distintas.

### Edad

Battaglia (1982) agrupa en la Formación Capellanía a conglomerados, fanglomerados, médanos y limos loésicos acarreados por procesos fluviales, a los que se les asigna una edad Pleistocena. Blasco *et al.*, (1994) indica que esta formación es equivalente a la Formación Concepción. En este trabajo se advierte que los sedimentos asignados a la Formación Capellanía, presentan más similitudes litológicas con la Formación Coneta de Nullo (1981) por la presencia de clastos de basamentos rodeados de una patina carbonática, y carencia de individuos alterados que constituyen a los fanglomerados de la Formación Concepción descrita precedentemente, por ello se asigna a esta formación una edad Holocena Inferior.



**Imagen N°12:** Arriba: Gravas de la Formación Capellanía. Abajo Izq.: Conglomerado matriz portante (sección media-apical del cono aluvial). Abajo Der.: sedimentos arenosos coronados por arenas fluviales - Río Alijilán.

## Perfiles de Campo

### **Perfil N°7:** Relevamiento de la Formación Capellanía sobre el lecho del Río Alijilán

Coordenadas: S 28°11'49,4" W 65°29' 21,3"

**Descripción:** Estos materiales corresponden a depósitos fluviales de pie de monte, relevados en el río Alijilán. Si bien el perfil consta de cinco niveles, en los primeros 3 se han observado gravas con contenido variable de matriz, que forman la sección inferior y son adjudicadas a la Formación Capellanía. La sección superior se compone de sedimentos finos, asignados a loess retransportados del Holoceno Superior, que se apoyan sobre materiales gravosos a través de un límite irregular y difuso. Estos depósitos son asignados por Battaglia (1982) a la Formación Capellanía sin diferenciación. La potencia total del perfil es 3,95 m.

**Nivel 1:** (inferior) 0,65 m. Conglomerado grueso, integrado por clastos y bloques de gran tamaño 1 a 0,5 m de naturaleza predominantemente metamórfica y en mucha menor proporción individuos cuarzo-feldespáticos (pegmatíticos) de menor tamaño. Presenta una matriz constituida por una grava fina mezclada con sedimentos areno limoso con espesores de 0,1 a 10 cm, e individuos subredondeados pobremente seleccionados. Esta matriz otorga gran coherencia al banco por el abundante cemento calcáreo, que tiñe a los bloques con una pátina blanca.

**Nivel 2:** 1,00 m. Grava gruesa, clasto portante con individuos de naturaleza metamórfica (esquistos bandeados) aplanados y subredondeados con tamaños que oscilan entre 10 y 20 cm. El contacto superior de este banco es neto y se presenta moderadamente coherente, dado a que los clastos están algo cementados y ordenados en el espacio, no se observa estructuras sedimentarias y presenta una leve imbricación de clastos en dirección Norte.

**Nivel 3:** 1,10 m. Horizonte de grava matriz portante de textura areno arcillosa con individuos de tamaño entre 20 a 50 cm, muy friable y con abundantes patinas de color blanquecino que tiñe el banco casi en su totalidad. El límite superior abrupto e irregular, con clastos redondeados predominantemente metamórficos. No posee estructuras sedimentarias observables, pero en la parte inferior se observa un banco de gravilla fina que pasa hacia la parte superior a una grava gruesa que contiene los individuos de mayor tamaño. El límite que lo separa del horizonte suprayacente es abrupto e irregular.

**Nivel 4:** 0,80 m. Horizonte predominantemente areno limoso, color marrón claro, rompe en bloques pequeños pero tiene predominancia de una estructura migajosa, incluye pequeños clastos dispersos de naturaleza metamórfica, algunos mayores a 2 cm. Su límite superior difuso.

**Nivel 5:** (superior) 0,40 m. Horizonte areno limoso, con presencia de alto contenido de humedad y desarrollo de cobertura vegetal. Abundante presencia de raíces, que alcanzan hasta 3 metros de profundidad.



**Imagen N°13:** Perfil relevado para la Formación Capellanía, coronados por bancos de loess re transportado - Río Alijilán.

## **Formación San Pedro**

### **Antecedentes**

Los sedimentos asignados a esta formación conforman una serie de paleocauces hallados en el área de trabajo, los cuales corresponden a geformas fluviales que se encuentran abandonadas o exentas del curso fluvial que les dio origen inicialmente. No existen antecedentes que describan ni especifiquen las litologías relacionadas a esta formación, haciéndose notorio en algunos trabajos publicados, que los sedimentos referentes a esta unidad se agrupan como materiales aluviales indiferenciados del cuaternario.

### **Relaciones de campo**

Esta unidad forma parte de cursos fluviales desarrollados por las cuencas que dan origen a los ríos El Abra, Ovanta y Las Cañas. En la localidad de Alijilán, existe un pequeño arroyo llamado arroyo La Carpintería, el cual corresponde a un antiguo curso fluvial desvinculado del Río Lampazo que migra hacia el noreste cortando las sierras de Alijilán. Se manifiesta como terrenos deprimidos que transportan agua en épocas de lluvia y que se distribuyen paralelo al río Manantiales (o Río El Abra), pasando por la localidad de El Virqui, y El Abra (Imagen N°14). Al noreste de Bañado de Ovanta, se hallaron vestigios de un paleocauce, que en épocas estivales sufre una reactivación al recibir las aguas de las escorrentías superficiales, provenientes de los campos que circundan esta depresión. Los sedimentos de esta unidad fueron observados en una cantera que se sitúa a la derecha de la Ruta Provincial N°10 al Sur de la localidad de Pozo de Abajo (Imagen N°15). Luego se extienden hacia el noreste, hasta las cercanías de la localidad de San Pedro, donde se relevó el perfil N°30. Hacia el Sur del departamento, en la localidad de Las Cañas, los paleocauces nacen sobre el piedemonte, formando parte del sistema fluvial del río Las Cañas y se desvinculan del cauce principal migrando hacia el Norte, antes de llegar a la localidad homónima. Desde la Ruta Nacional N°157 y al Sur de la localidad de San Pedro, se puede observar áreas longitudinales deprimidas que insinúan un rumbo SO-NE y que son atribuidas a la continuación de este paleocauce.

### **Litología**

Los sedimentos referentes a esta unidad, fueron relevados en perfiles que exhiben en su sección inferior materiales fluviales típicos de cauces de ríos, donde se presentan bancos de arenas que incluyen gravas finas con estructura cruzadas, intercaladas con bancos limo-arcillosos. La mica moscovita y biotita se hace presente en todo el perfil, con cantidades variables de acuerdo al banco examinado. Es posible observar que los lentes de sedimentos finos muestran alto contenido de humedad en relación a las secuencias más arenosas y permeables. La sección superior presenta niveles de sedimentos finos de composición limosa muy coherente, que disminuyen hacia la sección superior, la cual que se encuentra en contacto con la vegetación. El color pasa de un pardo claro a un pardo oscuro, se estima por presencia de materia orgánica. Se atribuye esta sección a sedimentos correspondientes a los loess re transportados.

## Edad

Las unidades observadas en la localidad de Manantiales, fueron generadas por una migración del cauce del río El Abra hacia el Norte, por efectos tectónicos que desvinculan los paleocauces del curso fluvial original. Aquellos paleocauces observados en Bañado de Ovanta, corresponde a un antiguo brazo del río Ovanta, que en el presente, se comporta como una zona deprimida, reactivada en épocas de grandes precipitaciones, que bañan y anegan estos sectores como charcos longitudinales estacionarios. La geoforma observada en Las Cañas, fue generada por una tectónica joven que la desvinculó del cauce actual, y provocó su migración hacia el Sur. Estos sistemas de cauces inactivos, que fueron separados de los cursos de aporte originales, son atribuidos a procesos tectónicos ocurridos durante el Holoceno Inferior.



**Imagen N°14:** identificación de paleocauces en el terreno - RNN°64.



**Imagen N°15:** Intercalación de sedimentos arenosos con estructura cruzada y bancos de sedimentos finos - Ruta Provincial N°10.

## Perfiles de Campo

### **Perfil N°8:** Cantera de áridos al Este de San Pedro.

Coordenadas: S 27°57'54,0" W 65°13'16,3"

Descripción: Secuencia de depósitos fluviales arenosos que son coronados por sedimentos eólicos retransportados (Imagen N°16). El perfil ha sido relevado en una cantera de áridos, ubicada en las cercanías de la localidad de San Pedro.

**Nivel 1 (inferior):** 1 m. gravas medias, con intercalaciones de arena media y bancos arcillo limosos de 0,5 a 0,6 cm de espesor, presenta estratificación gradada. Los clastos de la grava son subredondeados a subangulosos, con tamaños entre 1 a 3 cm, de naturaleza ígnea – metamórfica y abundantes clastos de cuarzo, inmersos en una matriz de sedimentos finos moderadamente friable.

**Nivel 2:** 0,90 m. Lente de arcilla areno limosa, masiva, sin estructura sedimentaria visible. Rompe en bloques angulosos, muy coherente. Se observa alto contenido de humedad y presenta un color pardo claro a pardo oscuro en zonas húmedas. Límite superior abrupto e irregular.

**Nivel 3:** 0,90 m. Banco de arena gruesa con intercalaciones de delgados bancos de arena más fina (0,5 a 0,6 cm) y otros de mayor espesor de la misma granulometría (1,5 cm). Presenta laminación cruzada. La sección inferior muestra lentes de 8 cm de espesor de arena limosa de color más oscuro. Límite superior neto y abrupto.

**Nivel 4:** 0.35 m. Lentes de arena muy gruesa a media, limosa, con individuos cuarzo – feldespáticos y metamórficos, con tamaños entre 0,1 a 5 cm. Presenta laminación paralela a sub-paralela.

**Nivel 5:** 0,70 m. Horizonte de arenas medias a muy finas, limosas, de color marrón clara que rompen en bloques angulosos friables. Su límite superior es difuso.

**Nivel 6:** (superior) 0,90 m. En este horizonte se desarrolla la cobertura vegetal. Se presenta al tacto con textura de arena muy fina limosa, que rompe en bloques compactos y coherentes. El banco presenta estructura migajosa en su totalidad y se puede observar oscurecido en su sección superior.

Análisis textural de laboratorio

Horizontes	Porcentajes	Sedimentos
<b>Nivel 1 (inferior)</b>	51%	Arena Muy Gruesa
	22,5%	Arena Gruesa
	8,2%	Arena Media
	6,1%	Arena Muy Fina
	2%	Limo
	10,2%	Arcilla
<b>Nivel 2</b>	30,5%	Arena Muy Fina
	27,8%	Limo
	41,7%	Arcilla
<b>Nivel 3</b>	70,2%	Arena Muy Gruesa
	12,3%	Arena Gruesa
	3,5%	Arena Fina
	12,3%	Limo
	1,8%	Arcilla
<b>Nivel 4</b>	72,7%	Arena Muy Gruesa
	15,9%	Arena Media
	11,4%	Limo
<b>Nivel 5</b>	63,6%	Arena Media
	4,6%	Arena Muy Fina
	31,8%	Limo
<b>Nivel 6 (superior)</b>	55,6%	Arena Muy Fina
	44,4%	Limo



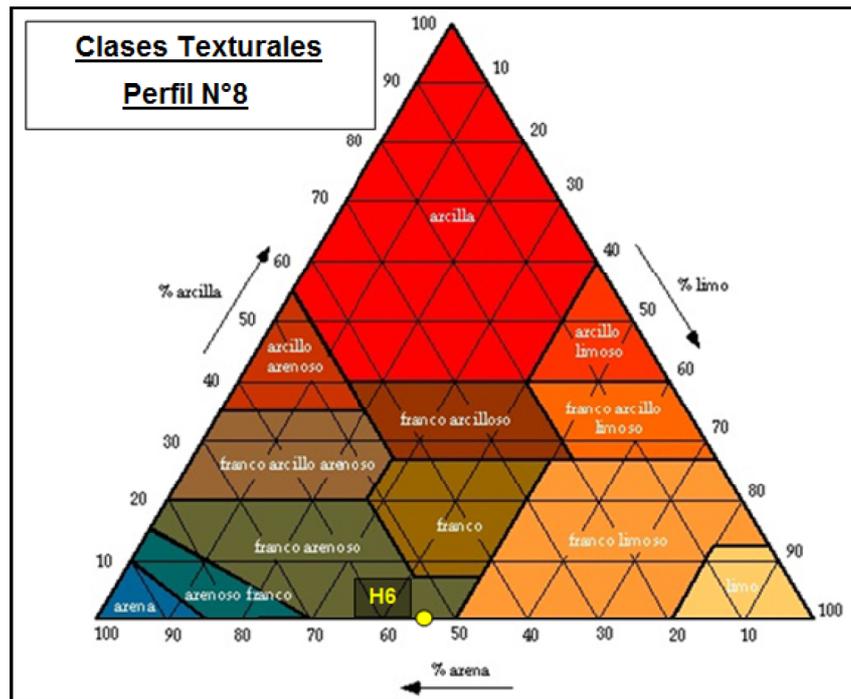
**Imagen N°16:** Imagen panorámica de la cantera relevada en las cercanías de la localidad de San Pedro.



**Imagen N°17:** *Izq.:* Sección inferior - Arenas intercaladas con bancos limo arcillosos. *Der.:* Sección Superior - Materiales areno limosos que coronan el perfil - Cercanías de San Pedro.

### Clasificación textural

El diagrama triangular mostrado en la figura N°8 corresponde a la clasificación textural de los materiales contenidos en el Nivel 6 (H6) que corresponde a la sección superior del perfil N°8 antes descrito, el cual demuestra una textura franco arenosa, sin contenido de arcillas



**Figura N°8:** Clasificación textural del perfil N°8, donde se observa la textura Franco Arenosa presente en el nivel H6.

## Cuaternario - Holoceno Superior

---

### Aloformación Santa Rosa

#### Antecedentes

Bajo esta nomenclatura se agrupan a sedimentos que fueron desarrollados por procesos fluviales, distribuidos a lo largo de todo el departamento como consecuencia del transporte de los ríos y arroyos que circundan toda la extensión del terreno estudiado, y que fueron asignados al Cuaternario reciente. Blasco *et al.*, (1994) agrupa dentro de las unidades generadas al final del Holoceno a sedimentos indiferenciados de carácter aluvial, eólico y evaporíticos indicando su distribución espacial, pero sin desarrollar las características litológicas de estos materiales, ni los agentes de transporte que los llevaron a su posición actual. Dal Molin *et al.*, (2004) indica que los depósitos de pie de monte que se desarrollan al Sur de Tucumán, conforman una unidad sedimentaria cuyos límites no son bien determinados en el terreno, como consecuencia de una traspaso transicional a sedimentos aluviales. En el valle central de Catamarca, Merea Llanos (1981) propone agrupar a los sedimentos que constituyen las geoformas de agradación, bajo el nombre de Formación Río del Valle, siendo estos originados por el río homónimo. Como resultado de la temporalidad y procesos genéticos que afectaron las unidades cuaternarias en la región, en este trabajo las unidades del departamento Santa Rosa, atribuidas al Holoceno, se consideran equivalentes a la formación antes nombrada, pero debido a que fueron generadas en cuencas diferentes se le adjudica el prefijo "Alo", a la nomenclatura establecida.

#### Relaciones de Campo

Los sedimentos más representativos que conforman esta unidad se distribuyen desde el piedemonte de las sierras hasta los límites provinciales al Este, Norte y Sur del departamento, y corresponde a sedimentos originados por los ríos San Francisco, El Abra, Ovanta, y Las Cañas. En el pie de monte se logra observar sedimentos bien diferenciados en la localidad de Huacra, sobre el Río San Francisco y en la localidad de Las Tunas, sobre el Río Ovanta, mientras que la descripción de la unidad que se desarrolla en las áreas de llanuras, corresponden a observaciones generadas en las localidades de El Abra y Puerta Grande, sobre el Río El Abra. Afloramientos más pequeños fueron observados sobre el Río Las Cañas al Sur del departamento y más al Norte, sobre el Río Alijilán (también llamado río La Aguada o La Capellanía) el cual se extienden hasta la localidad de El Virqui.

#### Litología

Según observaciones realizadas en el terreno, estos sedimentos se pueden dividir en limos loésicos retransportados por procesos fluviales, intercalados con arenas y gravas que se hallan en las terrazas bajas de los ríos y sedimentos areno gravosos que son acarreados y depositados por el talweg de los mismos. Estos sedimentos presentan características variables, al igual que la proporción de sus constituyentes sedimentarios, que son consecuencia del área de procedencia de los sedimentos y del ambiente dinámico que rige la depositación. Las terrazas de inundación presentan perfiles sedimentarios bien

diferenciados en horizontes que marcan periodos de estabilidad, modificados por avulsiones del río que añaden sedimentos generados por ambientes de alta energía. Los depósitos observados en los perfiles N° 9, 10 y 11 corresponden a niveles con altos contenidos de arenas y gravas, intercaladas con bancos de materiales finos areno limosos, donde se desarrolla la vegetación por ciertos periodos de tiempo.

Los sedimentos que caracterizan el lecho de los ríos son relevados en el perfil N° 12 y comprenden arenas cuarzo-feldespática de diferente granulometría y cantidades variables de limos y arcillas que forman bancos de espesor variable. Las micas son presentes en todos los sedimentos relevados, predominando las micas moscovitas.

Si bien, en su sección inicial los ríos presentan diferentes tipos de materiales en granulometrías variadas, realizar un perfil representativo de los sedimentos que constituyen el lecho activo, es difícil debido a que se considera estos en constante evolución. Para determinarlas características de esta unidad, se relevaron sedimentos en dos secciones ubicadas en el lecho activo del Río Ovanta. El perfil N° 12 fue desarrollado en la sección media apical del río, en las cercanías del paraje Las Tunas, en donde el talweg había migrado unos 70 metros hacia el Sur durante las crecientes de los años 2014 - 2015, dejando abandonados dos meandros que formaban parte del lecho activo.

## Perfiles de Campo

**Perfil N° 9:** Margen derecha del río El Abra y su intersección con la Ruta Nacional N°64.

Coordenadas: S 28°04'51,1" W 65°27'18,6"

Descripción: Corresponden a depósitos fluviales, de la terraza inferior del río El Abra o Manantiales. La potencia del afloramiento alcanza los 2 m sobre la margen derecha del curso de agua, donde se desarrolla una secuencia de 6 niveles observables. Se describen el perfil de manera completa, desde la base o sección inferior, hacia el techo o sección superior (Imagen N°18).

**Nivel 1:** (Inferior) 0,40 m. Arenas gruesas y arenas finas limosas, de coloración pardo claro, que se separan del horizonte superior a través de un límite abrupto e irregular.

**Nivel 2:** 0,34 m. Limo arenoso coherente, que rompe en bloques moderadamente duros, irregulares, de color pardo oscuro. Presenta un límite gradual e irregular que lo separa del horizonte superior.

**Nivel 3:** 0,68 m. Limo arcilloso de color marrón oscuro, que rompe en bloques irregulares, angulosos y coherentes. Se separa del horizonte superior a través de un límite neto y plano.

**Nivel 4:** 0,27 m. Arenas arcillo limosas, de color pardo claro, rompe en bloques grandes irregulares y coherentes. Se separa del horizonte suprayacente a través de un límite gradual e irregular.

**Nivel 5:** 0,19 m. Arenas limo arcillosas de color pardo oscuro. Presenta un límite abrupto y plano.

**Nivel 6:** (Superior) 0,12 m. Limos, arenas muy finas y arcillas, de color pardo oscura, que rompe en bloques definidos y moderadamente coherentes con alto contenido de humedad. Desarrollo de cobertura vegetal.

Análisis Textural de Laboratorio

Horizontes	Porcentajes	Sedimentos
<b>Nivel 1 (inferior)</b>	71,5%	Arena Fina
	21%	Limo
	7,5%	Arcilla
<b>Nivel 2</b>	44,5%	Arena Fina
	55,5%	Limo
<b>Nivel 3</b>	90,9%	Limo
	9,1%	Arcilla
<b>Nivel 4</b>	70,6%	Arena Fina
	11,8%	Limo
	17,6%	Arcilla
<b>Nivel 5</b>	63,2%	Arena Muy Fina
	26,3%	Limo
	10,5%	Arcilla
<b>Nivel 6 (superior)</b>	41,7%	Arena Muy Fina
	45,8%	Limo
	12,5%	Arcilla



Imagen N°18: Depósitos que forman parte de la terraza superior del Río El Abra.

### Clasificación Textural

El diagrama triangular observado en la figura N°9, muestra la clasificación textural de los materiales estudiados, correspondientes a los Niveles 3 (H3), 4 (H4), 5 (H5) y Nivel 6 (H6) del perfil N° 9 antes descrito, en donde se identifica una variación de los contenidos de arenas en cada nivel y una concentración de arcillas constante mayor o igual a 10%.

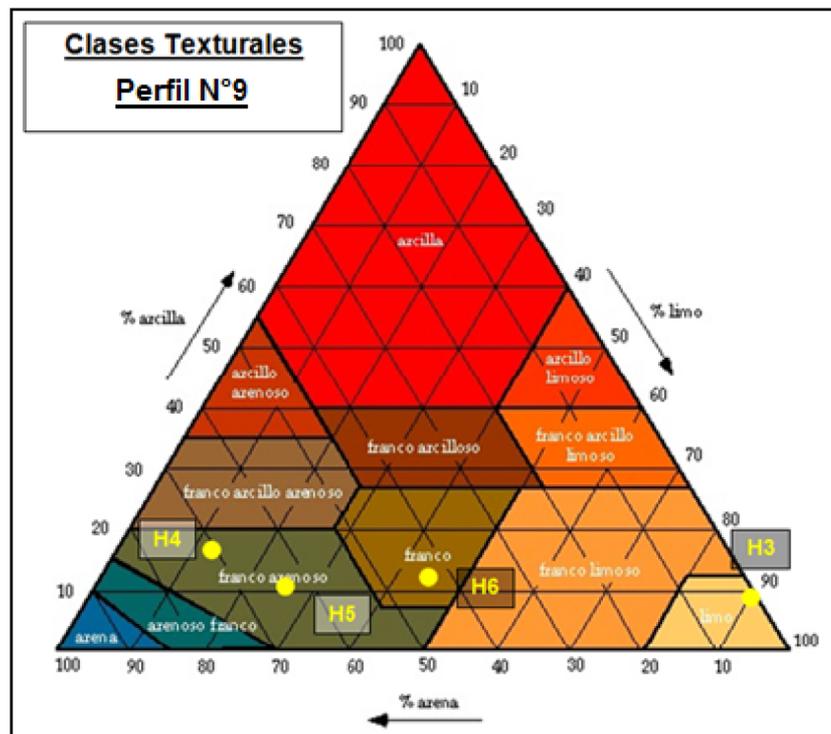


Figura N° 9: Clasificación textural de los niveles 3, 4, 5 y 6 del perfil N° 9

**Perfil N°10:** Planicie de inundación del Río El Abra

Coordenadas: S 27°58'53,9" W 65°24'50,7"

Descripción: Corresponden a afloramientos de terrenos ribereños asignados a la “planicie de inundación” del río El Abra, a la altura del paraje La Puerta. El sector analizado puede incluir terrenos correspondientes al lecho mayor del río, como a la terraza inferior. La potencia de los depósitos alcanza 1,74 m y se describe desde la base hacia el techo (Imagen N° 19).

**Nivel 1:** (inferior) 0,40 m. Arenas finas con intercalaciones de láminas de 2 cm de limo, muy friables, con estructura sedimentaria tipo laminación paralela. El límite que lo separa del horizonte superior es transicional.

**Nivel 2:** 0,36 m. Limos arenosos, donde se desarrolla un paleo suelo con alto contenido de materia orgánica. Rompe en bloques irregulares, cementados y coherentes. El límite superior es abrupto e irregular.

**Nivel 3:** 0,25 m. Limos arcillosos. El límite con el banco superior es abrupto e irregular.

**Nivel 4:** 0,25 m. Arenas muy finas limosas con laminación paralela. El límite con el horizonte superior es neto e irregular.

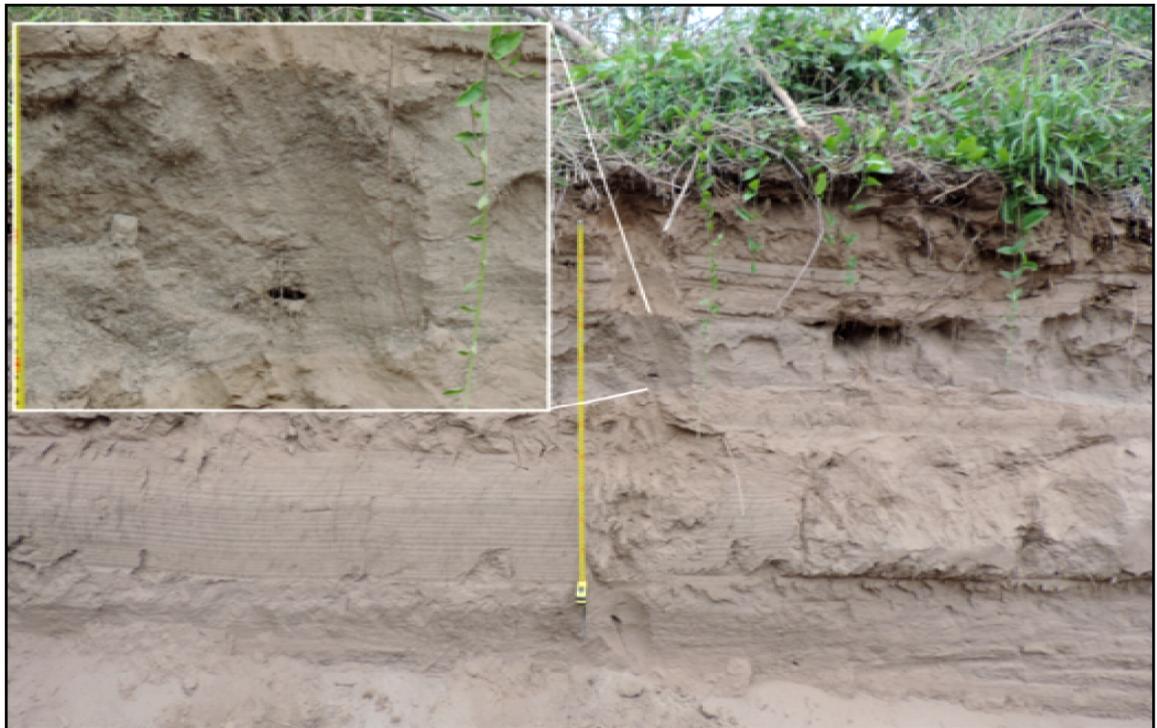
**Nivel 5:** 0,19 m. Arenas limo arcillosas, con intercalaciones de arenas medias. Límite superior difuso e irregular.

**Nivel 6:** 0,17 cm. Arenas finas limosas con individuos aislados de cuarzo que tienen hasta 2 mm. Rompe en bloques irregulares y friables. El límite superior es abrupto e irregular.

**Nivel 7:** 0,12 m. Arenas finas y muy finas limosas, con algo de arcilla que se percibe por el alto contenido de humedad y de raíces que presenta la muestra. En este nivel se puede observar el desarrollo de la cubierta vegetal, con tamaños de estrato vegetal tipo arbustivo que indica la estabilidad parcial de este nivel, con respecto a los aportes sedimentarios generados crecidas del río, que ocupan las planicies de inundación.

Análisis de Laboratorio

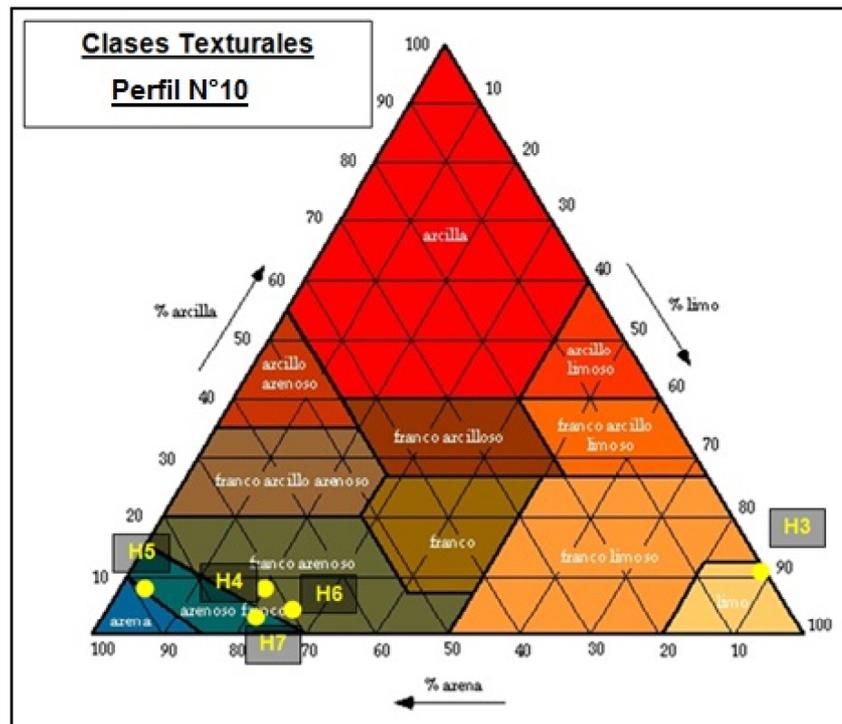
Horizontes	Porcentajes	Sedimentos
<b>Nivel 1 (Inferior)</b>	66,7%	Arena Fina
	23,8%	Limo
	9,5%	Arcilla
<b>Nivel 2</b>	43,3%	Arena Muy Fina
	53,3%	Limo
	3,4%	Arcilla
<b>Nivel 3</b>	88,9%	Limos
	11,1%	Arcillas
<b>Nivel 4</b>	72%	Arena Muy Fina
	20%	Limo
	8%	Arcilla
<b>Nivel 5</b>	87%	Arena Media
	4,3%	Limo
	8,7%	Arcilla
<b>Nivel 6</b>	70,4%	Arena Fina
	25,9%	Limo
	3,7%	Arcilla
<b>Nivel 7 (superior)</b>	37,5%	Arena Fina
	37,5%	Arena muy Fina
	20,8%	Limo
	4,2%	Arcilla



**Imagen N°19:** Perfil relevado en la planicie de inundación del Río El Abra, y niveles con laminación en arenas - Cercanías de Cuchinoque.

### Clasificación textural

El diagrama textural representado en la figura N°10 muestra los análisis texturales relevados en la porción superior, contenido en los primeros 90 cm del perfil N°10. El muestreo corresponde a los niveles 3 (H3), 4 (H4), 5 (H5), 6 (H6) y 7 (H7). En esta secuencia sedimentaria se observa que el nivel inferior (H3) presenta altos contenidos de limos y arcillas, mientras que las texturas de los niveles suprayacentes se vuelven más arenosos.



**Figura N°10:** Clasificación textural de los materiales relevados en el perfil N°10.

**Perfil N°11:** Materiales del lecho de inundación del río Ovanta - Localidad de Las Tunas.

Coordenadas: S 28°9'21,0" W 65°21'34,2"

Descripción: Corresponden a depósitos fluviales del primer nivel de terrenos ribereños del río Ovanta. El perfil alcanza una potencia de aproximadamente 2 m y se describe a continuación a partir de los niveles inferiores. (Imagen N°20)

**Nivel 1:** (nivel inferior) 0,30 m. Arena muy gruesa limosa, cuarzo - feldespática con tonalidades rosadas e individuos que se distinguen por tener 2 cm de longitud y se observan aislados en la matriz arenosa. Se separa del banco suprayacente a través de un límite abrupto irregular.

**Nivel 2:** 0,28 m. Limos de coloración oscura, y de bajo contenido de arenas muy finas, que se intercalan con lentes de arena muy fina micácea, de hasta 3 cm de espesor. Se separa del estrato superior por un límite abrupto y ondulado.

**Nivel 3:** 0,32 m. Arenas gruesas, con estructura sedimentaria grano creciente. Por encima, se observan intercalaciones de lentes de 3 a 4 cm de un limo arenoso oscuro, con alto contenido de humedad y moderadamente friable, pasa a un banco de arena gruesa con leve estructura laminar de 18 cm. Límite superior difuso.

**Nivel 4:** 0,20 m. Grava matriz portante con individuos de naturaleza ígnea – metamórficos, de forma redondeados y otros oblatos, de hasta 10 cm de longitud. Se separa del horizonte superior a través de un límite abrupto.

**Nivel 5:** 0,14 m. Arenas muy finas limosas, con mayor concentración de raíces. Se identifica en la parte inferior oscura con mayor contenido de limos. Se separa del horizonte superior a través de un límite gradual irregular.

**Nivel 6:** 0,48 m. Banco claro de arenas muy gruesas con estructura grano creciente hasta los 27 cm del horizonte, intercalados con limos. Presencia de materia orgánica. Su límite superior es un límite gradual.

**Nivel 7:** 0,20 m. Horizonte donde se desarrolla la cubierta vegetal. Presenta individuos de 4 cm de longitud redondeados, de naturaleza ígnea. El color del banco es oscuro y la textura es de tipo areno limosa.

Análisis Textural de Laboratorio

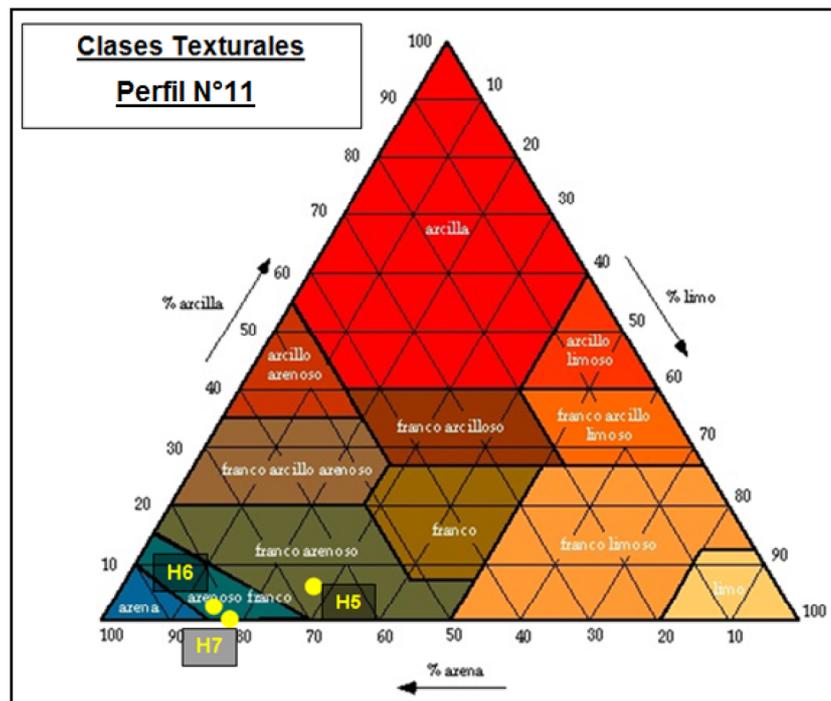
Horizontes	Porcentajes	Sedimentos
<b>Nivel 1 (inferior)</b>	77,8%	Arena Muy Gruesa
	15,5%	Arena Media
	6,7%	Limo
<b>Nivel 2</b>	33,3%	Arena Muy Fina
	66,7%	Limo
<b>Nivel 3</b>	88,1%	Arena Gruesa
	11,9%	Limo
<b>Nivel 4</b>	50%	Arena Gruesa
	41,7%	Arena Media
	8,3%	Limo
<b>Nivel 5</b>	66,7%	Arena Muy Fina
	27,8%	Limo
	5,5%	Arcilla
<b>Nivel 6</b>	48,1%	Arena Muy Gruesa
	15,4%	Arena Media
	17,3%	Arena Fina
	17,3%	Limo
	1,9%	Arcilla
<b>Nivel 7 (superior)</b>	44,4%	Arena Media
	37%	Arena Fina
	18,6%	Limo



**Imagen N°20:** Perfil realizado en sedimentos del Río Ovanta, muestra gran diferenciación entre cada estrato, indicando oscilaciones del talweg del río - Cercanías de la localidad de Las Tunas

### Clasificación Textural

El perfil completo presenta una gran intercalación de sedimentos que van cambiando las texturas de piso a techo. Los materiales representados en esta clasificación textural (figura N°11) corresponden a los materiales ubicados en los niveles 5 (H5), 6 (H6) y 7 (H7), los cuales indican texturas arenosas francas a franco arenosas.



**Figura N°11:** Clasificación textural de materiales relevados en el perfil N°11.

**Perfil N° 12:** Lecho activo río Ovanta – Paraje Las Tunas

Coordenadas: S 28°9'24,00" W 65°21'30,60"

Descripción: Corresponden a materiales en tránsito que yacen en el lecho activo del Río Ovanta, a la altura del paraje Las Tunas. La potencia de los depósitos fluviales relevados alcanza 1,55 m (Imagen N°21). Los sedimentos que aquí se describen, presentan características similares a todos los ríos que circundan el departamento, solo variando los contenidos de los materiales finos y los tamaños de arenas. El análisis de los lechos activos permite identificar que las bajas pendientes de estos terrenos, generan un dominio de la depositación sobre el acarreo de materiales sedimentarios muy cerca de los pie de montes, lo que se traduce en un perfil que se mantiene estable a casi los tres metros de profundidad, donde la socavación de las crecidas ordinarias no generan la eliminación de los bancos que subyacen a la cota más baja del río.

**Nivel 1:** (inferior) 0,40 m. Arenas gruesas cuarzo feldespática, con alto contenido de mica. El banco muestra una coloración rosada, con presencia de individuos subredondeados de hasta 4 o 5 cm de longitud.

**Nivel 2:** 0,30 m. Arenas gruesas de color clara, con individuos cuarzo - metamórficos de hasta 5 mm. Los clastos de feldespato que componen estas arenas son más grandes que los de cuarzo. No existen límites definidos que separen las secuencias, notándose cambios difusos entre uno y otro banco

**Nivel 3:** 0,15 m. nivel que corresponde a una lente de grava con una matriz de arena gruesa, incluye clastos angulosos y aplanados de mayor tamaño de hasta 5 cm de longitud y otros redondeados de hasta 10 cm de naturaleza ígnea-metamórfica.

**Nivel 4:** 0,20 m. Arenas gruesas, con estructura sedimentaria de tipo laminar, con individuos mayores de hasta 2 cm de longitud, de naturaleza ígneo metamórfica.

**Nivel 5:** 0,20 m. Banco de sedimentos finos donde se desarrolla cubierta vegetal y que posteriormente fue cubierto por el horizonte N° 6. Se presenta como limos y arenas finas con alto contenido de mica moscovita. Se observa una pequeña laminación de arenas finas.

**Nivel 6:** (superior) 0,30 m. Arenas media a gruesas con limos, con alto contenido de mica biotita. Presenta individuos mayores con tamaños que varían entre 0,5 a 1 cm de longitud.

Análisis textural de laboratorio

Horizontes	Porcentajes	Sedimentos
Nivel 1 (inferior)	96,8%	Arena Gruesa
	3,2%	Limo
Nivel 2	95,5%	Arena Gruesa
	4,5%	Limo
Nivel 3	88,9%	Arena Media
	11,1%	Limo
Nivel 4	50%	Arena Gruesa
	41,7%	Arena Media
	8,3%	Arcilla
Nivel 5	31,3%	Arena Fina
	25%	Arena Muy Fina
	37,5%	Limo
	6,2%	Arcilla
Nivel 6 (superior)	31,6%	Arena Gruesa
	42%	Arena Media
	13,2%	Arena Fina
	13,2%	Limo



**Imagen N°21:** Sedimentos del lecho activo del Río Ovanta y dos secciones del perfil relevado - Cercanías de la localidad de Las Tunas.

Clasificación textural

El diagrama que se observa en la figura N°12, representa las clases texturales obtenidas para los materiales contenidos dentro de los niveles 3 (H3), 4 (H4), 5 (H5) y 6 (H6) del perfil N°12, que indican una predominancia de texturas arenosas y solo un horizonte con textura franco arenosas que corresponde a niveles de baja energía.

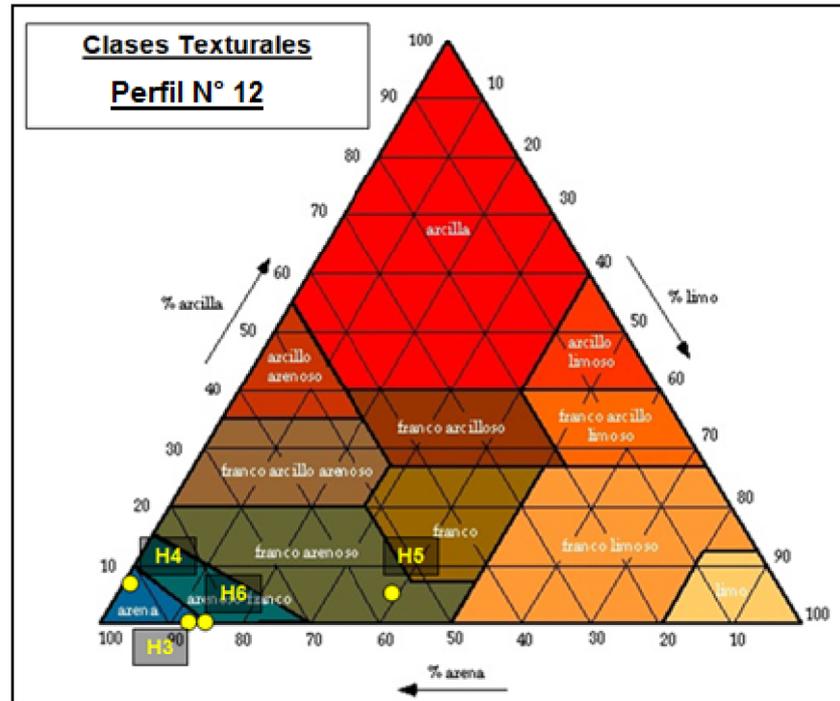


Figura N°12: Clasificación textural del perfil N°12 del lecho activo del Río Ovanta.

## **Loess Retransportados**

### **Antecedentes**

Esta unidad corresponde a bancos de sedimentos limo, areno arcillosos, a los que Battaglia en 1982 asigna a unidades eólicas desarrollados durante el Holoceno, que cubren las depresiones, planicies de inundación de ríos y arroyos. Sayago *et al.*, (1998) al estudiar sedimentos de esta edad, indica la existencia de un periodo húmedo desarrollado hace 3000 - 1200 A.P, que provoca el expansionismo de las culturas agroalfareras y forma paleosuelos con edades de  $2480 \pm 110$  años AP en Río Blanco - Tafí del Valle (Sampietro *et al.*, 1997). Dentro del área de estudio, no existe referencia a los paleosuelos desarrollados en los sedimentos asignados al Holoceno y su relación cronológica con las demás unidades cuaternarias. Esta unidad no se representa en la cartografía, pues se establece que estos sedimentos se distribuyen a lo largo de toda la extensión del área de trabajo, y generarían una rastra que cubriría de forma compleja la totalidad del mapa.

### **Relaciones de Campo**

Los materiales que aquí se describen, corresponden a bancos de sedimentos originados por la erosión de los loess pleistocenos, que posteriormente fueron depositados en las laderas y los fondos de las quebradas desarrolladas en los pie de montes y los sectores de llanuras, es por ello que estos materiales se los puede encontrar cubriendo la sección superior de terrazas fluviales, laderas, abanicos y planicies. En el sector de pie de monte, estos sedimentos fueron analizados en la localidad de Alijilán, en la sección superior del perfil N°7 que caracteriza a la Formación Capellanía. Hacia el Sur, en la localidad de Las Cañas y sobre ruta provincial N°42 se registró un nivel de paleosuelo con vestigios arqueológicos de losas indígenas, que fueron registrados en el perfil N°13. En las llanuras, los loess retransportados fueron reconocidos al Oeste de la localidad de San Pedro, en la sección superior del perfil N°8 ya descrito, donde se relevaron sedimentos eólicos retransportados que suprayacen a los sedimentos fluviales de la Formación San Pedro.

### **Litología**

Estos depósitos están compuestos por limos y arenas muy finas, con porcentajes variables de arcilla que le confieren a los bancos colores pardos claros y pardos oscuros. Dependiendo el perfil analizado, estos sedimentos pueden encontrarse formando bancos que rompen en bloques moderadamente duros o también sedimentos moderadamente friables poco estructurados y de alta porosidad, como consecuencia del aumento en los porcentajes de arenas. Los afloramientos observados en el pie de monte quedan representado por el perfil N°13 el cual se considera el "perfil tipo" de esta unidad. En la parte media de este perfil, se observa un horizonte oscurecido que forma un límite abrupto y plano con el horizonte superior, correspondiente a un paleosuelo. Este horizonte presenta vestigios arqueológicos de losas pintadas, con presencia de carbón que tiñen una de sus caras (Imagen N°23). La sección superior presenta clastos redondeados de pelitas y areniscas gris verdosas del Mioceno, que se distribuyen como individuos aislados en el perfil, y le confieren a este banco gran contenido de carbonatos (Imagen N°22).

## Edad

La edad asignada a esta unidad, corresponde a una época en donde existió un ciclo climático húmedo, que dio lugar al desarrollo de horizontes fértiles en un lapso de tiempo comprendido entre 2400 a 800 Años AP, seguida por una etapa de sequías que generó los sedimentos suprayacentes al paleosuelo. Los vestigios arqueológicos encontrados en un antiguo margen del río Las Cañas, sugieren que esta etapa húmeda terminó hace 800 a 1000 años, ya que estas losas se adjudican a la expansión agro-alfarera de la cultura Aguada.



**Imagen N°22:** Secuencia sedimentaria de loess retransportados con desarrollo de paleosuelos - sobre Ruta Provincial N°42, en las cercanías de Las Cañas.

## **Perfiles de Campo**

**Perfil N°13:** Loess retransportados - Cercanías de la Localidad de Las Cañas.

Coordenadas: S 28°12'16,2" W 65°13'33,7"

Descripción: Corresponden a depósitos cuaternarios que se apoyan en disconformidad sobre las sedimentitas de la Fm. Guasayán y las rocas del basamento cristalino. El espesor de los afloramientos alcanza los 2,16 m. Este perfil contiene un paleosuelo con restos arqueológicos (Imagen N°23).

**Nivel 1:** (inferior) 0,50 m. Arenas arcillosa con clastos mayores de hasta 2 mm, de color gris verdoso muy pálido, donde se encuentran rodados de limolitas Neógenas. No presenta una estructura sedimentaria ni rompe en bloques. Alto contenido de carbonato de calcio. Se separa del horizonte suprayacente por un contacto erosivo.

**Nivel 2:** 0,26 m. Arena medias con intercalaciones de lentes de arenas a gruesas, con contenidos de limos. Banco muy poco estructurado, de alta porosidad. Se observan

rodados de individuos Neógenos contenidos en este sector del perfil. Pasa al horizonte superior a través de un límite difuso.

**Nivel 3:** 0,20 m. Limo arenoso que rompe en bloques pequeños y frágiles, con alto contenido de materia orgánica. Presencia de un paleosuelo de color oscuro. Pasa al horizonte suprayacente a través de un límite neto y abrupto. Se observan restos arqueológicos, con tamaños mayores a los 5 cm de longitud, que están contenidos en este banco.

**Nivel 4:** 1,20 m. Limos areno arcillosos, con alto contenido de carbonatos de calcio que contiene clastos mayores de rocas pegmatíticas de 5 cm de longitud. Se pueden observar individuos de material Neógeno de diversos tamaños que oscilan entre 1 y 15 cm de longitud, de color verdes y amarillos, que corresponde a limolitas y arcilitas de la Fm. Guasayán.

Análisis textural de laboratorio

Horizontes	Porcentajes	Sedimentos
<b>Nivel 1 (Inferior)</b>	38,4%	Arena Gruesa
	30,8%	Arena Muy Fina
	30,8%	Arcilla
<b>Nivel 2</b>	72%	Arena Muy Fina
	28%	Limo
<b>Nivel 3</b>	34,2%	Arena Muy Fina
	65,8%	Limo
<b>Nivel 4 (superior)</b>	26,7%	Arena Muy Fina
	53,3%	Limo
	20%	Arcilla



**Imagen N°23:** Loess retransportados. Relevamiento del perfil N°13, con vestigios de losas indígenas (Datación Indirecta: 800 a 1000 años)

### Clasificación textural

El diagrama triangular mostrado en la figura N°13 corresponde a la clasificación textural de los materiales contenidos en el Nivel 4 (H4) o sección superior del perfil N°13 el cual expone una textura franco limosa.

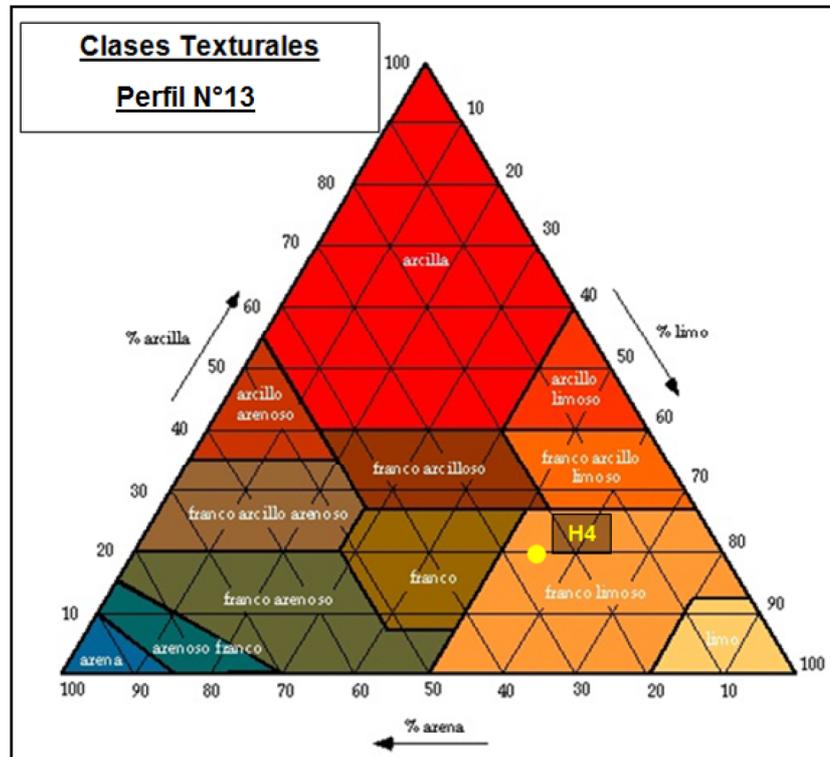


Figura N°13: Clasificación textural del Perfil N°13 - Las Cañas.

### Perfil N°14: Terraza Fluvial del Río Alijilán - Sección Superior

Coordenadas: S 28°11'49,4" W 65°29'21,3"

Descripción: La sección superior del perfil N°7, presenta materiales finos de origen eólico, considerados como loess retransportados por no contener carbonato de calcio donde se desarrollo el análisis del perfil N°14. Battaglia (1982) asigna toda esta secuencia a la Formación Capellanía, pero en este trabajo se separa las gravas de la sección inferior, de las facies finas que yacen en la sección superior. Si bien el perfil N°7 consta de cinco niveles descriptos precedentemente, solo se consideran los sedimentos contenidos en los **Niveles 4 y 5** para el perfil N° 14 (Imagen N°24).

**Nivel 4:** (Inferior) 0,80 m. Horizonte predominantemente areno limoso, color marrón claro, rompe en bloques pequeños, pero tiene predominancia de una estructura migajosa; incluye pequeños clastos dispersos de naturaleza metamórfica algunos mayores a 2 cm. Su límite superior difuso.

**Nivel 5:** (superior) 0,40 m. Este horizonte areno limoso, presenta alto contenido de humedad, y es donde se desarrolla la cobertura vegetal, por lo que es abundante la presencia de raíces.

Análisis textural de laboratorio - Niveles 4 y 5

Horizontes	Porcentajes	Sedimentos
<b>Nivel 4 (Inferior)</b>	55,2%	Arena Muy Fina
	41,4%	Limo
	3,4%	Arcilla
<b>Nivel 5 (superior)</b>	57,2%	Arena Muy Fina
	42,9%	Limo



**Imagen N°24:** Detalle de conglomerados (Formación Capellanía), coronada por loess retransportados.

Clasificación textural

El diagrama triangular mostrado en la figura N°14 corresponde a la clasificación textural de los materiales contenidos solo en el Nivel 5 (H5) ya que no se puede contemplar el Nivel 4 (H4) por que excede la potencia de 90 cm propuesta para el estudio, pero los porcentajes texturales son similares, con la diferencia que en el nivel inferior (H4) se identificó la fracción arcilla, ausente en el nivel superior. El análisis indica un depósito con textura franco arenoso, en donde los constituyentes observables corresponden a arenas muy finas y limos coherentes.

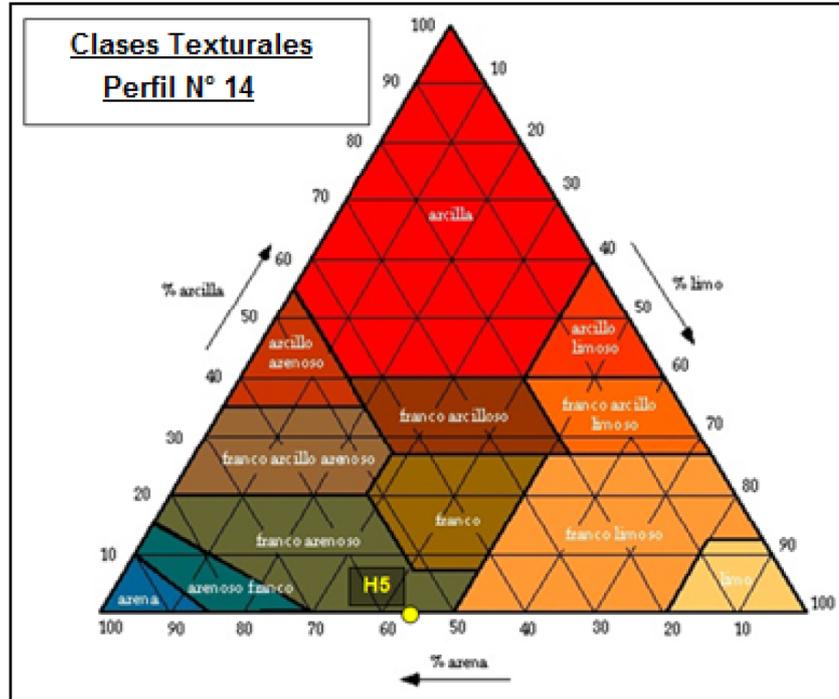


Figura N°14: Determinación de las texturas para el Nivel H5 – Perfil N° 14.

## 7.- CONCLUSIONES

---

El análisis de la información existente, acerca de la geología del departamento Santa Rosa, puso en evidencia problemas en la unificación de la información generada por diversos autores en los últimos 50 años.

Del análisis de la información existente, el levantamiento de las unidades en el terreno y los análisis de laboratorio, se logró arribar a las siguientes apreciaciones:

- **Paleozoico Inferior:** La representación cartográfica del basamento metamórfico generada por diferentes autores en la zona Sur del departamento Santa Rosa, puso de manifiesto problemas de correlación con unidades de la misma edad, descritas en el área de estudio. Esto generó confusión a la hora de interpretar la extensión que abarca una litología determinada, ya que no es claro si los autores hacen mención de una misma formación, parte de ella o una formación totalmente nueva. Del análisis de la información revisada en el marco de este trabajo, se ha inferido que algunos autores han definido unidades distintas por variaciones en las estructuras metamórficas y no por cambios litológicos que diferencien composiciones totalmente diferentes. La presencia de cuerpos ígneos intruidos en rocas de diverso grado metamórfico, no deja claro si éstos fueron generados por procesos magmáticos en sentido estricto, o si pertenecen a procesos de anatexis que modificaron un protolito metamórfico preexistente. La variabilidad de litologías que exhiben las sierras, no permitió asignarle una edad fija que represente la génesis de todo el complejo de rocas, por lo que se asumió que el basamento fue derivado de un protolito que se desarrolló durante el ciclo tectónico Pampeano, en distintos eventos de metamorfismo que alcanzó su cenit hace 470 Ma., (Knuver, 1983) durante el ciclo tectónico Famatiniano.
- **Paleozoico Medio - Superior:** Las rocas asignadas a esta Era, fueron integradas dentro de la Formación El Alto y corresponden a derivados de procesos magmáticos que tuvieron lugar durante el ciclo tectónico Famatiniano, iniciado hace 500 Ma. Para la caracterización de esta unidad fue necesario relacionar el magmatismo con los procesos tectónicos sufridos en la sierra, por lo que se adoptó el criterio usado por Rapela *et al.*, (1990) en la categorización de intrusivos famatinianos. Las edades adjudicadas a estas rocas difieren según el intrusivo analizado, por lo cual se admite que el desarrollo y evolución de estos procesos magmáticos estuvieron comprendidos entre el Cámbrico y el Carbónico Inferior. Los mayores referentes de esta formación se hayan emplazados al Sur del área de estudio y no fueron objeto de análisis de otros autores, por lo que se considera indispensable el avance de nuevas investigaciones dentro del departamento.
- **Cenozoico - Inferior y Medio:** La Formación Aconquija representa las rocas Paleógenas más antigua presente en cuencas periféricas, pero no existe mención de afloramientos en el área de estudio, por lo que se planteó la hipótesis de que esta formación, que presenta una edad de  $44\pm 1$  y  $47\pm 2$  Ma., no se haya depositado como consecuencia de procesos relacionados al tectonismo que dieron origen al lineamiento de Catamarca.  
La secuencia sedimentaria del Neógeno de mayor representatividad de todo el departamento, corresponde a la Formación Guasayán la cual fue registrada hasta los

límites departamentales al pie de las sierras, en sectores donde otros autores no advierten afloramientos. La información relevada de las secuencias del Mioceno generó la conjetura acerca de una cobertura sedimentaria yacente encima de la Formación Guasayán, que fue denominada Formación Portillo al Sur del área de interés, y que podría haber sido eliminado por procesos erosivos que borraron estas rocas de la secuencia total. La edad fijada para esta unidad es dudosa, puesto que las dataciones asignadas por otros autores son indirectas. Esta unidad se encuentra relacionada a depósitos generados por la ingesión marina Chacoparanaense, por lo que se establece durante el Mioceno-Plioceno.

La unidad que corona la sedimentación Miocenas, corresponde a la Formación Las Cañas, la cual yace como una franja, paralela a la disposición submeridional de las sierras del departamento. Estas sedimentitas se encuentran formando parte de un paisaje de "Morros y Lomadas", los cuales se ven sometidos a la explotación de áridos, en distintos sectores del área de trabajo. La edad que se le asigna a esta formación es Plioceno Superior.

- **Cenozoico - Cuaternario:** El análisis de la cartografía existente del área de estudio, permitió identificar sectores donde se desarrollan las unidades cuaternarias y su relación con la morfología del paisaje. La clasificación sedimentaria desarrollada a cada una de estas, propuso una variación litológica relacionada al espacio donde las unidades sedimentarias yacen, haciendo notorio la imposibilidad de asignar todos los sedimentos cuaternarios a una sola caracterización que defina una unidad formacional o simplemente indicar que pertenecen a sedimentos cuaternarios indiferenciados. El análisis del pie de montes hizo evidente, niveles conglomerádicos con aumentos en el contenido de porcentajes de las fracciones finas que derivan de loess retransportados. Estos sedimentos finos engloban individuos ígneos - metamórfico de gran tamaño, dando como resultado los conglomerados matriz portante definidos sobre los faldeos orientales de las sierras.

Hacia las llanuras, la gran heterogeneidad de los perfiles sedimentarios que se desarrollan en las cercanías de los ríos, reveló una variación textural de los horizontes, como respuesta regímenes hídricos que permite una constante evolución de las secuencias sedimentarias, con lapsos muy cortos de estabilidad en donde es propicio el desarrollo de la cobertura edáfica. Cuando las unidades de las llanuras no se encuentran relacionadas a los sistemas fluviales, se pudo observar que los sedimentos predominantes son de textura fina limo-arcillosos que confieren gran coherencia al banco sedimentario, mientras que la fracción arena es poco relévate pero nunca está ausente. Cabe destacar que en zonas de llanuras se hallaron cursos fluviales desvinculados de los sistemas hídricos originales a los que se denominó paleocauces y cuya génesis es consecuencia de procesos tectónicos.

El **Pleistoceno** se encuentra representado por sedimentos loésicos de origen eólico de la Formación Tucumán, que se hallan desarrollados en las llanuras hasta los límites departamentales, mientras que hacia el pie de monte de las sierras está definido por la Formación Concepción, correspondiente a sedimentos aluvio-coluviales que cubren un paisaje de "morros y lomadas" expuestos en el centro del departamento.

Las unidades referidas al **Holoceno** comprenden secuencias sedimentarias desarrolladas por cursos fluviales y las que derivan del retransporte de los sedimentos eólicos depositados durante el Pleistoceno. Quedaron caracterizados así

i) Formación Capellanía: en esta unidad se agrupan las gravas que conforman geformas fluviales adosadas al piedemonte. ii) Formación San Pedro: corresponde a sedimentos depositados en antiguos cursos fluviales desvinculados del área de aporte (paleocauces). iii) Aloformación Santa Rosa: son sedimentos generados por cursos fluviales activos, que nacen en las sierras y circundan las llanuras. iv) Loess Retrasportados: estos sedimentos derivan de la erosión y re depositación de sedimentos loésicos Pleistocenos, que yacen en las sierras y se extienden hasta las planicies.

## 8.- BIBLIOGRAFÍA

---

- ABASCAL, L. del V. 2005. *"Deformación andina en la cuenca de Choromoro, NO de Tucumán: estilo estructural combinado"*. Revista de la Asociación Geológica Argentina. v.60 n.2 Buenos Aires. ISSN 1851-8249.
- ACEÑOLAZA, F. G., MILLER H., Y TOSELLI, A. 1981. *"Geología de las Sierras de Ancasti: nuevos aportes al conocimiento geológico regional y estructural."* VIII° Congreso Geológico Argentino, Actas III: 75-88. San Luis.
- ACEÑOLAZA, F. G., MILLER, H., Y TOSELLI, A. 1983 (Eds.), *"Geología de la Sierra de Ancasti."* Münster Forschung Geol. U. Paleontologie, Heft 59, 372 págs. Münster.
- ACEÑOLAZA, F.G., TOSELLI, A.J., 1976, *"Consideraciones estratigráficas y tectónicas sobre el Paleozoico inferior del noroeste argentino"*, en 2° Congreso Latinoamericano de Geología, Caracas, 1973: 755-763.
- ACEÑOLAZA, F.G., TOSELLI, A.J., 1977, *"Esquema geológico de la Sierra de Ancasti, provincia de Catamarca"*. Acta Geológica Lilloana, 14, 233-259.
- ACEÑOLAZA, F.G., TOSELLI, A.J., 1981, *"Geología del Noroeste Argentino: San Miguel de Tucumán"*, Universidad Nacional de Tucumán, 212 pp.
- ALONSO, R. N. 2000. *"El Terciario de la Puna en tiempos de la ingresión marina paranense"*. In Aceñolaza FG, Herbst R (Eds), *El Neógeno de Argentina*, Universidad Nacional de Tucumán, Serie Correlación Geológica 14, Tucumán.
- BATTAGLIA, ATILIO A.C., 1982. *"Descripción de las Hojas Geológicas 13f Río Hondo, 13g Santiago del Estero, 14g El Alto, 14h Villa San Martín, 15h Frías, Provincias de Santiago del Estero, Catamarca y Tucumán"*. Servicio Geológico Nacional. Boletín N° 186.
- BEDER, R., 1928. *"La Sierra de Guasayán y sus alrededores, una contribución a la Geología e Hidrogeología de la Provincia de Santiago del Estero"*, Dirección General de Minas, Publicación 39, Buenos Aires.
- BERTELS, A. y ZABERT L. L.1980. *"Microfauna del Grupo Santa María (Terciario superior) en las provincias de Catamarca y Tucumán, Argentina"*. II Congreso Argentino de Paleontología y Bioestratigrafía y I Congreso Latinoamericano de Paleontología 3: 63-76.
- BLASCO, G., CAMINOS, R., LAPIDO, O., LIZUAÍN, A., MARTÍNEZ, H., NULLO, F., PANZA, J. y SACOMANI, L., 1994. *"Hoja Geológica 2966-II, San Fernando del Valle de Catamarca"*. Secretaría de Minería de La Nación. Boletín N° 212. Buenos Aires.
- BODENBENDER, G. 1912. *"Parte meridional de la provincia de La Rioja y regiones limítrofes. Constitución geológica y productos minerales"*. Anales Ministerio de Agricultura de la Nación, Sección Geología, Mineralogía y Minería 7: 97-108.
- BONAPARTE JF, BOBOVNIKOV J. 1974. *"Algunos fósiles pleistocénicos de la provincia de Tucumán y su significado estratigráfico"*. Acta Geológica Lilloana 12, 171-186.
- BOSSI, G. E., & MURUAGA, C. 2009. *"Estratigrafía e inversión tectónica del 'riff' neógeno en el Campo del Arenal, Catamarca, NO Argentina"*. Andean Geology, 36, 311-241.
- BOSSI, G., 1969. *"Geología y estratigrafía del sector sur del valle de Choromoro"*. Acta Geológica Lilloana, 10: 17-64. Tucumán.
- BOSSI, G., MURUAGA, C. y GAVRILOFF, I. 1999. *"Sierras Pampeanas Ciclo Andino. Neógeno-Pleistoceno. Sedimentación"*. En: González Bonorino, G., Omarini, R. y Viramonte, J. (Eds.) *Relatorio. XIV Congreso Geológico Argentino*, Tomo I: 329-360.

- BOSSI, G.E., GAVRILOFF, I.J.C. y ESTEBAN, G. 1998. *"Terciario, Estratigrafía, Bioestratigrafía y Paleogeografía. In Geología de Tucumán"* (Giafrancisco, M.; Puchulu, M.E.; Durango de Cabrera, J.; Aceñolaza, G.F.; editores). Colegio de Graduados en Ciencias Geológicas de Tucumán, Publicación Especial: 87-108. San Miguel de Tucumán.
- BOSSI, G.E., GEORGIEFF, S., GAVRILOFF, I., IBÁÑEZ, L., MURUAGA, C. 2001. *"Cenozoic evolution of the intramontane Santa María Basin, Pampean Ranges, northwestern Argentina"*. Journal of South American Earth Sciences 14: 725-734.
- BOSSI, G.E., Y PALMA, R. 1982. *"Reconsideración de la estratigrafía del Valle de Santa María, Provincia de Catamarca, Argentina"*. In Congreso Latinoamericano de Geología, No. 5, Actas 1: 155-172. Buenos Aires.
- CAMINOS, R., 1979. *"Sierras Pampeanas Noroccidentales - Salta, Tucumán, Catamarca, La Rioja y San Juan"*. 2° Simposio de Geología Regional Argentina, 1: 225-291. Córdoba.
- COIRA, B. Y KOUKHARSKY M., 1970. *"Geología y petrología de la Sierra Brava, provincia de La Rioja"*. Revista de la Asociación Geológica Argentina, 25: 444-466.
- COLLANTES M. M., POWEL, J. Y SAYAGO, J. M. 1993. *"Formación Tafí del Valle (Cuaternario Superior) Provincia de Tucumán (Argentina): Litología, Paleontología y Paleoambientes"*. 12° Congreso Argentino y 2° Congreso de Exploración de Hidrocarburos, Actas Tomo 2°:200-206, Mendoza.
- DAHLQUIST, J., RAPELA, C., BALDO, E., MURRA, J., ALASINO, P. Y COLOMBO, F. 2011. *"Stock monzogranítico El Chorro (sierra de Ancasti, Catamarca): un ejemplo de magmatismo tipo S con granate ígneo"*. Revista de la Asociación Geológica Argentina, 68 (2): 195-204.
- DAL MOLIN, C. N., FENANDEZ, D., ESCOTEGUY, L., VILLEGAS, GONZÁLEZ, O., MARTINEZ, L., DEL V. 2003. *"Descripción de la Hoja Geológica 2766-IV Concepción, Provincia de Tucumán, Catamarca y Santiago del Estero"* - 1:250.000 - SEGEMAR. Boletín N° 342.
- ESTEBAN, G., SAYAGO, JM., POWEL, J. y COLLANTES, MM., 1988. *"Bioestratigrafía de los depósitos cuaternarios de Tafí Viejo, provincia de Tucumán, Argentina"*. Act. Congr. Geol. Chileno, Tomo 2°:121-136. Santiago.
- EREMCHUK J.E., CISTERNAS M., Y COSTELLO M. 2016. *"Determinación de áreas inundables de las localidades ubicadas en las cuencas de los ríos Las Cañas y Las Tunas - Bañado de Ovanta, Departamento Santa Rosa, provincia de Catamarca"*. Informe inédito, 70pag. Subsecretaría de los Recursos Hídricos de Catamarca.
- FIDALGO, F. 1966. *"Geología del Pleistoceno del "Valle" de Catamarca"*. Servicio Geológico Nacional, carpeta 663. Inédito.
- GALVAN, A.F. y O. RUIZ HUIDOBRO. 1965. *"Geología del Valle de Santa María. Estratigrafía de las formaciones terciarias"*. Acta Geológica Lilloana 7: 217-230.
- GAVRILOFF, I.J.C. Y BOSSI, G.E. 1992a. *"Revisión general, análisis facial, correlación y edad de las Formaciones San José y Río Salí (Mioceno medio), Provincias de Catamarca, Tucumán y Salta, República Argentina"*. Acta Geológica Lilloana 17(2): 5-43.
- GONZÁLEZ BONORINO, F. 1951b. *"Descripción geológica de las Hojas 12d (Capillitas) y 13d (Andalgalá)"*. Dirección General de Industria Minera. Boletín 70, 100 p., Buenos Aires.

- GONZÁLEZ BONORINO, F., 1950a. *"Descripción Geológica de la Hoja 13e, Villa Alberdi, provincia de Tucumán"*. Dirección Nacional de Geología y Minería. Boletín 74. Buenos Aires.
- GONZÁLEZ BONORINO, F., 1950b. *"Algunos problemas geológicos de las Sierras Pampeanas"*. Asociación Geológica Argentina, Revista 5:81-110.
- GONZÁLEZ BONORINO, F., 1978. *"Descripción geológica de la hoja 14f, San Fernando del Valle de Catamarca, provincias de Catamarca y Tucumán"*. Boletín Servicio Geológico Nacional, 160: 84 p. Buenos Aires.
- KNUVER, M., & MILLER, H., 1982. *"Rb-Sr. Geochronology of the Sierras de Ancasti (Pampean Ranges, NW Argentina)"*. 5° Congreso Latinoamericano de Geología, III: 457-471, Buenos Aires.
- LARROVERE, M., de los HOYOS, C., Y GROSSE, P., 2012. *"Los complejos metamórficos del retro-arco Famatiniano (noroeste de Argentina): caracterización geoquímica e isotópica de sus protolitos e implicancias geotectónicas"*. Revista Mexicana de Ciencia Geológicas, v. 29, núm. 3, 2012, p.676-695.
- LARROVERE, M.A., de los HOYOS, C.R., TOSELLI, A.J., ROSSI, J.N., BASEI, M.A.S., BELMAR, M.E., 2011. *"High T/P evolution and metamorphic ages of the migmatitic basement of northern Sierras Pampeanas, Argentina: characterization of a mid-crustal segment of the Famatinian belt"*. Journal of South American Earth Sciences, 31(2-3), 279-297.
- MARSHALL, L. G. y PATTERSON, B.1981. *"Geology and Geochronology of the Mammal-Bearing Tertiary of the Valle de Santa María and Río Corral Quemado, Catamarca Province, Argentina"*. FIELDIANA. Geology. New Series, 9: 1-78.
- MEREALLANOS, A. 1981. *"Caracterización mineralógica de las unidades sedimentarias aflorantes en la depresión tectónica conocida como "valle" de Catamarca"*. INCYTH. Inédito.
- MILLER, H. AND WILLNER A., 1981. *"The Sierra de Ancasti (Catamarca Province), an example of polyphase deformation of Lower Paleozoic age in the Pampean Ranges"*. Zentralblatt Geologiund Palaeontologie, 1(3/4): 272-284.
- MILLER, H., ACEÑOLAZA, F., y TOSELLI A., 1978. *"Reseña estructural de las Sierras de Ancasti"*. Acta Geol. Lilloana, XV: 31-39, Tucumán.
- MIRÓ, R. C., GAIDO, M. F. 2004. *"El Complejo Metamórfico sierra Brava, La Rioja, Argentina"*. INSUGEO. Miscelánea 13: 45 - 46 ISSN 1514-4275.
- MIRÓ, R. C., GAIDO, M. F., CANDIANI, J. C., AIMAR, C. 2005. *"Descripción de la Hoja Geológica 2966-IV Recreo, Provincia de Catamarca, Santiago del Estero, Córdoba y La Rioja"*. - 1:250.000 - SEGEMAR. Boletín N°360.
- MIRÓ, R., 1999. *"El basamento Precámbrico-Paleozoico inferior de las Sierras Pampeanas, Famatiniana, Cordillera Oriental y Puna"*. Cap.6 29(6):133-167.
- MON, R., Y URDANETA, A. 1972. *"Introducción a la Geología de Tucumán, República Argentina"*. Revista de la Asociación Geológica Argentina, 27: 309-329. Buenos Aires.
- MORLANS, M. C. 1995. *"Regiones Naturales de Catamarca. Provincias Geológicas y Provincias Fitogeográficas"*. En Revista de Ciencia y Técnica. Vol. II. N° 2. Año 1. Centro Editor de la Secretaría de Ciencia y Tecnología de la Univ. Nacional de Catamarca 1-42 pp.
- NULLO, F., 1981. *"Descripción geológica de la hoja 15f, Huillapima (provincia de Catamarca)"*. Boletín del Servicio Geológico Nacional 178. Buenos Aires.

- OLSACHER, J., 1960. *"Descripción Geológica de la Hoja 20h. Los Gigantes, Prov. de Córdoba"*. Dir. Nac. Geol. y Min., XXI Buenos Aires.
- PEIRANO, A. 1956. *"Observaciones generales sobre la tectónica y los depósitos terciarios del cuadrángulo 26°S, 64°30'O, 28°30'S, 67°0 en el Noroeste Argentino"*. Acta Geológica Lilloana 1: 1-60.
- PEIRANO, A. 1957. *"Estratigrafía y Tectónica de la parte meridional del valle Alto del río Salí o valle de Choromoro (depto. y Trancas, prov. de Tucumán)"*. Acta Geológica Lilloana, Tomo I: 5-60. Tucumán.
- PENCK, W. 1920. *"Der Südrand der Puna de Atacama (NW Argentinien)"*. Ab Handlungen Mathematisch-Physikalische Klasse der Sächsischen Akademie der Wissenschaften 37: 1-420. Leipzig, Alemania.
- PORTO, J. C. y DANIELI, C. A. 1974. *"Geología del sector NW de Trancas (prov. De Tucumán, R. Argentina)"*. Acta geol. Lilloana 12(12):191-229., 1 mapa. Tucumán.
- RAMOS, V., y ALONSO, R. N. 1995. *"El Mar Paranaense en la Provincia de Jujuy"*. Revista del Instituto de Geología y Minería, N° 10, pp. 73-80.
- RAPELA, C. W., PANKHURST, R. J., DAHLQUIST, J. Y C.M. FANNING, 1999. *"U-Pb SHRIMP ages of Famatinian granites: new constraints on the timing and tectonic setting of I- and S-type magmas in an ensialic arc"*. II South American Symposium on Isotope Geology, Carlos Paz, Argentina, Actas: 264-267.
- RAPELA, C. W., TOSELLI, A., HEAMAN, L. Y SAAVEDRA, J., 1990. *"Granite plutonism of the Sierras Pampeanas: An inner Cordilleran Paleozoic arc in the southern Andes"*. En Kay, S. M. y Rapela C. W. (Eds.): Plutonism from Antarctica to Alaska Special Paper 241, Boulder, Colorado.
- REYNOLDS, J., IDLEMAN, B., HERNÁNDEZ, R. y NAESSER, C. 1994. *"Preliminary chronostratigraphic constrains on Neogene Tectonics Activity in the Eastern Cordillera and Santa Bárbara System, Salta Province, NW Argentina"*. Geol. Soc. Am., abstracts.
- RUIZ HUIDOBRO, O., 1960. El horizonte calcáreo dolomítico en la provincia de Tucumán. Acta Geológica Lilloana, 3: 147-173. Tucumán.
- RUSSO, A. y SERRAIOTTO, A. 1979. *"Contribución al conocimiento de la estratigrafía terciaria en el noroeste Argentino"*. VIII Congreso Geológico Argentino (Neuquén), Actas 1: 731-748.
- RYZIUK, J., SARDI, F., BAEZ, M., FOGLIATA, A., Y HAGEMANN, S. 2014. *"Petrografía y Geoquímica de los Granitos Asociados a Manifestaciones de Fluorita en la Zona de el Alto, Sierra de Ancasti, Provincia de Catamarca"*. Acta Geológica lilloana 26 (2): 95-110, 2014.
- SAMPIETRO VATTUONE, M. M. y SAYAGO J. M. 1997 *"Aproximación geoarqueológica al conocimiento del sitio arqueológico 'Río Blanco', Valle de Tafi, Tucumán, Argentina"*. Cuadernos del Instituto Nacional de Antropología y Pensamiento Latinoamericano 17: 257-274.
- SAYAGO, J.M., 1995. *"The Argentinian neotropical loess: an overview"*. Quaternary Science Reviews 14, 755–766.
- SAYAGO, J.M., POWEL J.E., COLLANTES, M.M. y NEDER L del V. 1998. *"Cuaternario"* - In Geología de Tucumán (Giafrancisco, M.; Puchulu, M.E.; Durango de Cabrera, J.; Aceñolaza, G.F.; editores). Colegio de Graduados en Ciencias Geológicas de Tucumán, Publicación Especial: 111-128. San Miguel de Tucumán.

- SCHALAMUK, I., DALLA SALDA, L., ANGELELLI, V., FERNÁNDEZ, R. Y ETCHEVERRY, R., 1983. "*Rocas máficas y ultramáficas. Petrología y mineralización*". Münstersche Forschungen zur Geologie und Paläontologie. 59:113-136.
- STELZNER, A., 1875. "*Comunicaciones sobre la Geología y Mineralogía de la provincia de Córdoba*".
- TAPIA, A., 1941. "*Datos geológicos de la provincia de Catamarca*". Comisión Nacional de Climatología, Agricultura y Minería, 3. Buenos Aires.
- TERUGGI, M.E., 1957. "*The nature and origin of Argentine loess*". Journal of Sedimentary Petrology 27, 322–332.
- TOLEDO, MARIO ARNALDO. 2011. "*Análisis morfométrico y paleoambiental de la cuenca Balcosna - San Ignacio*". Actas 23(1-2): 46-69.
- TORRES, M. A. 1985. "*Estratigrafía de la ladera occidental del Cerro Amarillo y Quebrada de La Yesera, Departamento de Cafayate, Salta*". Rev. Asoc. geol. argent., 40:141-157.
- VERDECCHIA, S.O. 2009. "*Las metamorfitas de baja presión vinculadas al arco magmático famatiniano: las unidades metamórficas de la Quebrada de La Cébila y el borde oriental del Velasco. Provincia de La Rioja - Argentina*". Córdoba, Argentina, Universidad Nacional de Córdoba, Tesis doctoral, 312 pp.
- WILLNER, A., 1983. "*Evolución metamórfica*", en Aceñolaza, F. G., Miller, H., y Toselli, A. 1983 (Eds.), Geología de la Sierra de Ancasti. Münster Forschungen zur Geologie. U. Paleontologie, Heft 59: 189-200. Münster.
- WILLNER, A.P., MILLER, H., JEZEK, P., 1990. "*Composición geoquímica del basamento sedimentario-metamórfico de los Andes del NW Argentino (Precámbrico superior-Cámbrico inferior)*", en Aceñolaza, F.G., Miller, H., Toselli, A.J. (eds.), El Ciclo Pampeano en el noroeste Argentino: San Miguel de Tucumán, Universidad Nacional de Tucumán, Serie Correlación Geológica, 4, 161-179.
- WINDHAUSEN, A. 1931. "*Geología Argentina. Geología Histórica y Regional del Territorio Argentino*". J. Peuser, Tomo II, 1-645.
- ZABERT, L.L. 1982. "*Nonion demens (Bik), foraminífero bentónico en el Mioceno del valle de Santa María (Tucumán) y Selva (Santiago del Estero), Argentina*". II Congreso Argentino de Paleontología y Bioestratigrafía (Corrientes), Actas 183-196.
- ZÁRATE, M.A., 2003. "*Loess of southern South America*". Quaternary Science Reviews 22: 1987-2006.
- ZINCK, J.A., SAYAGO, J.M., 1998. "*Loess–paleosol sequence of La Mesada in Tucumán province, northwest Argentina. Characterization and palaeoenvironmental interpretation*". Journal of South American Earth Sciences 12 (3), 293–310.

9.- ANEXOS

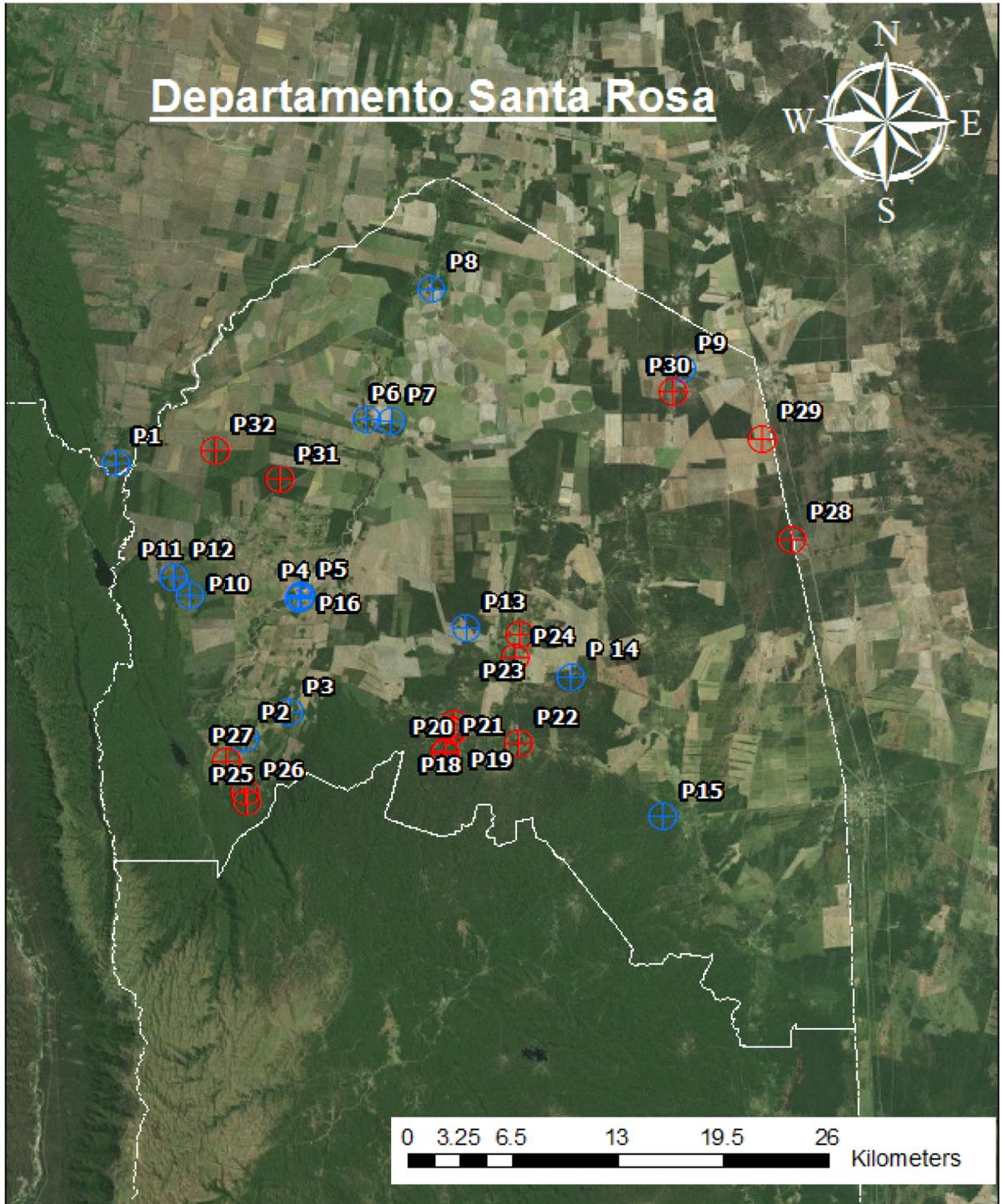


Figura N°15: Ubicación de los perfiles realizados en el Departamento Santa Rosa

Perfiles	Horizontes	Espesor del Horizonte	Porcentajes	Sedimentos
P1	H3	100 cm	48%	Arena
			40%	Limo
			12%	Arcilla
	H4	100 cm	66,7%	Arena gruesa
			27,7%	Limo
			5,6%	Arcilla
P1a	H3 N2	25 cm	92,4%	Arena Gruesa
			3,8%	Limo
			3,8%	Arcilla
P2	H1	?	65%	Arena Gruesa
			30%	Limo
			5%	Arcilla
	H2	?	60%	Arena Fina
			10%	Arena Muy Fina
			20%	Limo
			10%	Arcilla
	H3	?	68,8%	Arena Fina
			12,5%	Arena Muy Fina
			12,5%	Limo
			6,2%	Arcilla
P3	H1	?	87%	Arena Fina
			8,7%	Limo
			4,3%	Arcilla
	H2	?	44,5%	Arena Gruesa
			37%	Arena Fina
			4,8%	Limo
			3,7%	Arcilla
	H3	?	65%	Arena Muy Fina
			30%	Limo
			5%	Arcilla
	H4	?	50%	Arena Fina
			20,8%	Arena Muy Fina
			20,8%	Limo
			8,4	Arcilla
	H5	?	53,3%	Arena Fina
			20%	Arena Muy Fina
23,3%			Limo	
3,3%			Arcilla	

<b>P4</b>	<b>H1</b>	<b>&gt;65 cm</b>	54,5%	Arena Fina
			18,2%	Limo
			27,3%	Arcilla
	<b>H2</b>	<b>180 cm</b>	33,3%	Arena Fina
			42,9%	Limo
			23,8%	Arcilla
	<b>H3</b>	<b>35 cm</b>	64%	Arena Muy Fina
			36%	Limo
	<b>H3a</b>		53,3%	Arena Muy Fina
			40%	Limo
			6,7%	Arcilla
	<b>H4</b>		<b>110 cm</b>	80%
20%		Limo		
<b>Perfiles</b>	<b>Horizontes</b>	<b>Espesor del Horizonte</b>	<b>Porcentajes</b>	<b>Sedimentos</b>
<b>P5</b>	<b>H1</b>	<b>40 cm</b>	71,5%	Arena Fina
			21%	Limo
			7,5%	Arcilla
	<b>H2</b>	<b>34 cm</b>	44,5%	Arena Fina
			55,5%	Limo
	<b>H3</b>	<b>68 cm</b>	90,9%	Limo
			9,1%	Arcilla
	<b>H4</b>	<b>27 cm</b>	70,6%	Arena Fina
			11,8%	Limo
			17,6%	Arcilla
	<b>H5</b>	<b>19 cm</b>	63,2%	Arena Muy Fina
			25,3%	Limo
			10,5%	Arcilla
	<b>H6</b>	<b>12 cm</b>	41,7%	Arena Muy Fina
			45,8%	Limo
12,5%			Arcilla	
<b>P6</b>	<b>H1</b>	<b>40 cm</b>	66,7%	Arena Fina
			23,8%	Limo
			9,5%	Arcilla
	<b>H2</b>	<b>36cm</b>	43,3%	Arena Muy Fina
			53,3%	Limo
			3,4%	Arcilla
	<b>H3</b>	<b>25 cm</b>	88,9%	Limos
			11,1%	Arcillas
	<b>H4</b>	<b>25 cm</b>	72%	Arena Muy Fina
			20%	Limo

	H5	19 cm	8%	Arcilla	
			87%	Arena Media	
			4,3%	Limo	
	H6	17 cm	8,7%	Arcilla	
			70,4%	Arena Fina	
			0,7%	Limo	
	H7	12 cm	0,1%	Arcilla	
			70,4%	Arena Fina	
			37,5%	Arena muy Fina	
			20,8%	Limo	
				4,2%	Arcilla
	P7	H1	23 cm	44,4%	Arena Fina
29,6%				Limo	
26%				Arcilla	
H2		18 cm	48%	Arena Muy Fina	
			32%	Limo	
			20%	Arcilla	
H3		37 cm	36,7%	Arena Muy Fina	
			56,7%	Limo	
			6,6%	Arcilla	
P8	H1	90 cm	58,8 %	Limo	
			41,2%	Arcilla	
	H2	83 cm	94,1%	Arenas Volcánicas Muy Finas	
			5,9%	Arcilla	
	H3	73 cm	75%	Arenas Volcánicas Muy Finas	
			25%	Arcilla	
	H4	44 cm	65,6%	Arenas Muy Finas	
			34,4%	Arcilla	
	H5	90 cm	36,7%	Arenas Muy Finas	
			33,3%	Limo	
			30%	Arcilla	
	P9	H1	>20 cm	62,9%	Limo
37,1%				Arcilla	
H2		38 cm	67,9%	Limo	
			32,1%	Arcilla	
H3		20 cm	67,9%	Limo	
			32,1%	Arcilla	
H4		18 cm	67,9%	Arena Muy Fina	
			25%	Limo	

	<b>H5</b>	<b>24 cm</b>	7,1%	Arcilla
			70,4%	Arena Muy Fina
			25,9%	Limo
			2,7%	Arcilla
<b>P10</b>	<b>H1</b>	<b>&gt; 50 cm</b>	44,4%	Arena Fina
			51,9%	Limo
			3,7%	Arcilla
	<b>H2</b>	<b>35 cm</b>	55,6%	Arena Fina
			44,4%	Limo
	<b>H3</b>	<b>40 cm</b>	53,6%	Arena Fina
			46,4%	Limo
	<b>H4</b>	<b>25 cm</b>	44,8%	Arena Fina
			37,9%	Limo
			3,5%	Arcilla
	<b>H5</b>	<b>50 cm</b>	42,9%	Arenas Medias
			57,1%	Limo
<b>Perfiles</b>	<b>Horizontes</b>	<b>Espesor del Horizonte</b>	<b>Porcentajes</b>	<b>Sedimentos</b>
<b>P11</b>	<b>H1</b>	<b>&gt; 35 cm</b>		Neógeno
	<b>H2</b>			
	<b>H3</b>	<b>18 cm</b>	40,6%	Arenas Finas
			28,1%	Limo
			31,3%	Arcilla
	<b>H4</b>	<b>12 cm</b>	66,7%	Limo
			33,3%	Arcilla
	<b>H5</b>	<b>20 cm</b>	28,1%	Arena Fina
			37,5%	Limo
			34,4%	Arcilla
<b>P12</b>	<b>H1</b>	<b>&gt; 15 cm</b>	92,6%	Arena Muy Gruesa
			7,4%	Limo
	<b>H2</b>	<b>35 cm</b>	94,3%	Arena Muy Gruesa
			5,7%	Limo
	<b>H3</b>	<b>30 cm</b>	88%	Arena Muy Gruesa
			12%	Limo
<b>P13</b>	<b>H1</b>	<b>&gt;55 cm</b>	88,8 %	Arena fina
			11,1%	Arcilla
	<b>H2</b>	<b>40 cm</b>	40%	Arena Gruesa
			22,9%	Arena Media
			14,2%	Arena Fina
			22,9%	Arcilla

	H3	90 cm	34,4%	Arena Guesa
			43,7%	Arena Fina
			21,9%	Limo
	H4	40 cm	87,5%	Arena Fina
			10%	Limo
			2,5%	Arcilla
	H5	25 cm	95%	Arena Muy Guesa
			3,7%	Arena Muy Fina
			1,3%	Arcilla
	H6	27 cm	90%	Arena Muy Guesa
			8%	Arena Muy Fina
			2%	Arcilla
H7	80 cm	65,2%	Arena Guesa	
		21,7%	Arena Muy Fina	
		13,1%	Limo	
P14	H1	> 50 cm	40%	Arena Guesa
			33,3%	Arena Muy Fina
			26,7%	Arcilla
	H2	150 cm	42,9%	Arena Muy Guesa
			32,8%	Arena Muy Fina
24,3%	Arcilla			
P15	H1	> 50 cm	38,4%	Arena Guesa
			30,8%	Arena Muy Fina
			30,8%	Arcilla
			30,8%	Arcilla
	H2	26 cm	72%	Arena Muy Fina
			28%	Limo
	H3	20 cm	34,2%	Arena Muy Fina
			65,8%	Limo
	H4	120 cm	26,7%	Arena Muy Fina
			53,3%	Limo
20%	Arcilla			
<b>Perfiles</b>	<b>Horizontes</b>	<b>Espesor del Horizonte</b>	<b>Porcentajes</b>	<b>Sedimentos</b>
P16	H1	> 30 cm	50%	Arena Guesa
			40%	Arena Muy Fina
			10%	Limo
	H1a	10 cm	62,5%	Arena Muy Guesa
			31,2%	Arena Muy Fina
	H2	24 cm	6,3%	Arcilla
			72,2%	Arena Guesa

	<b>H3</b>	<b>20 cm</b>	22,2%	Limo			
			5,6%	Arcilla			
			90%	Arena Media			
			8,3%	Limo			
			1,7%	Arcilla			
			18,2%	Limo			
	<b>H4</b>	<b>16 cm</b>	81,8%	Arena Fina			
			18,2%	Limo			
			<b>P17</b>	<b>H1</b>	<b>200 cm</b>	8,6%	Arena Gruesa
						71,4%	Arena Media
						20%	Limo
<b>H2</b>	<b>400 cm</b>	42,9%		Arena Muy Fina			
		57,1%		Limo			
<b>H3</b>	<b>40 cm</b>	47,6%		Arena Gruesa			
		28,6%	Arena Media				
		23,8%	Limo				
<b>H4</b>	<b>70 cm</b>	33,3%	Arena Muy Fina				
		66,7%	Limo				
<b>P18</b>	<b>H1</b>	<b>30 cm</b>	77,8%	Arena Muy Gruesa			
			15,5%	Arena Media			
			6,7%	Limo			
	<b>H2</b>	<b>28 cm</b>	33,3%	Arena Muy Fina			
			66,7%	Limo			
	<b>H3</b>	<b>32 cm</b>	88,1%	Arena Gruesa			
			11,9%	Limo			
	<b>H4</b>	<b>20 cm</b>	50%	Arena Gruesa			
			41,7%	Arena Media			
			8,3%	Limo			
	<b>H5</b>	<b>14 cm</b>	66,7%	Arena Muy Fina			
			27,8%	Limo			
			5,5%	Arcilla			
	<b>H6</b>	<b>48 cm</b>	48,1%	Arena Muy Gruesa			
			15,4%	Arena Media			
			17,3%	Arena Fina			
			17,3%	Limo			
			1,9%	Arcilla			
	<b>H7</b>	<b>20 cm</b>	44,4%	Arena Media			
			37%	Arena Fina			
			18,6%	Limo			
<b>P19</b>	<b>H1</b>	<b>40 cm</b>	96,8%	Arena Gruesa			
			3,2%	Limo			
	<b>H2</b>	<b>30 cm</b>	95,5%	Arena Gruesa			

	H3	15 cm	4,5%	Limo
			88,9%	Arena Media
			11,1%	Limo
	H4	20 cm	50%	Arena Gruesa
			41,7%	Arena Media
			8,3%	Arcilla
	H5	20 cm	31,3%	Arena Fina
			25%	Arena Muy Fina
			37,5%	Limo
			6,2%	Arcilla
	H6	30 cm	31,6%	Arena Gruesa
			42%	Arena Media
			13,2%	Arena Fina
13,2%			Limo	
P20	H1	70 cm	65,5%	Arena Muy Fina
			34,5%	Limo
	H1a	15 cm	56,7%	Arena Fina
			43,3%	Arcilla
	H2	107 cm	42,9%	Arena Fina
			57,1%	Limo
	H3	26 cm	37,8%	Arena Gruesa
			35,5%	Arena Media
			11,1%	Arena Fina
			15,6%	Limo
	H4	25 cm	40%	Arena Media
			26,7%	Arena Fina
33,3%			Limo	
<b>Perfiles</b>	<b>Horizontes</b>	<b>Espesor del Horizonte</b>	<b>Porcentajes</b>	<b>Sedimentos</b>
P21	H1	30 cm	95%	Arena Media
			5%	Limo
	H2	24 cm	78,6%	Arena Media
			11,9%	Arena Muy Fina
			7,1%	Limo
			2,4%	Arcilla
	H3	30 cm	79,3%	Arena Fina
			7,5%	Arena Media
			11,3%	Limo
			1,9%	Arcilla
	H4	75 cm	66,7%	Arena Fina
			11,1%	Arena Muy Fina
20%			Limo	

			2,2%	Arcilla
P22	H1	60 cm	100%	Limo
	H2	50 cm	100%	Limo
	H3	70 cm	30%	Arena Muy Fina
			70%	Limo
P23	H1	30 cm	71,4%	Arena Muy Fina
			28,6%	Limo
	H2	30 cm	42,9%	Arena Muy Fina
			57,1%	Limo
	H3	12 cm	71,9%	Arena Muy Fina
			25%	Limo
			3,1%	Arcilla
	H4	7 cm	28,6%	Arena Muy Fina
			68,6%	Limo
			2,8%	Arcilla
	H5	20 cm	73,3%	Arena Fina
			26,7%	Limo
P24	H1	> 22 cm	73,3%	Arena Fina
			16,7%	Arena Muy Fina
			10%	Arcilla
	H2	50 cm	71,4%	Arena Fina
			14,3%	Arena Muy Fina
			14,3%	Limo
	H3	30	74,3%	Arena Fina
			14,3%	Arena Muy Fina
			11,4%	Limo
P25	H3	110 cm	40%	Arena Gruesa
			42,9%	Arena Fina
			17,1%	Arcilla
	H4	80 cm	55,2%	Arena Muy Fina
			41,4%	Limo
			3,4%	Arcilla
H5	40 cm	57,2%	Arena Muy Fina	
		42,9%	Limo	
Perfiles	Horizontes	Espesor del Horizonte	Porcentajes	Sedimentos
P26	H1	35 cm	78,9%	Arena Fina
			5,3%	Arena Muy Fina
			13,2%	Limo

	H2	22 cm	2,6%	Arcilla
			81,5%	Arena Fina
			7,4%	Arena Muy Fina
			7,4%	Limos
	H3	15 cm	3,7%	Arcillas
			88,3%	Arena Gruesa
			5,9%	Arena Muy Fina
			2,9%	Limo
			2,9%	Arcilla
P27	H1	50 cm	77,4%	Arena Fina
			19,4%	Limo
			3,2%	Arcilla
	H2	25 cm	44,8%	Arena Gruesa
			27,6%	Arena Fina
			6,9%	Arena Muy Fina
			20,7%	Limo
	H3	35 cm	75%	Arena Fina
			5%	Arena Muy Fina
			17,4%	Limo
			2,5%	Arcilla
	P28	H1	40 cm	50%
46,7%				Limo
3,3%				Arcilla
H2		45 cm	52%	Arena Muy Fina
			44%	Limo
			4%	Arcilla
H3		30 cm	40,5%	Arena Muy Fina
			54,1%	Limo
			5,4%	Arcilla
P29	H1	30 cm	56,7%	Arena Muy Fina
			40%	Limo
			3,3%	Arcilla
	H2	25 cm	64,3%	Arena Muy Fina
			33,3%	Limo
			2,4%	Arcilla
P30	H1	100 cm	51%	Arena Muy Gruesa
			22,5%	Arena Gruesa
			8,2%	Arena Media
			6,1%	Arena Muy Fina
			2%	Limo

	H2	85 cm	10,2%	Arcilla
			30,5%	Arena Muy Fina
			27,8%	Limo
			41,7%	Arcilla
	H3	90 cm	70,2%	Arena Muy Gruesa
			12,3%	Arena Gruesa
			3,5%	Arena Fina
			12,3%	Limo
			1,8%	Arcilla
	H4	35 cm	72,7%	Arena Muy Gruesa
			15,9%	Arena Media
			11,4%	Limo
	H5	70 cm	63,6%	Arena Media
			4,6%	Arena Muy Fina
			31,8%	Limo
	H6	90 cm	55,6%	Arena Muy Fina
			44,4%	Limo
	<b>Perfiles</b>	<b>Horizontes</b>	<b>Espesor del Horizonte</b>	<b>Porcentajes</b>
P31	H1	70 cm	37,5%	Arena Muy Fina
			62,5%	Arcilla
	H2	45 cm	45,7%	Arena Muy Fina
			54,3%	Limo
P32	H1	110 cm	56,6%	Arena Muy Gruesa
			18,9%	Arena Muy Fina
			24,5%	Arcilla
	H2	65 cm	57,9%	Arena Muy Gruesa
			19,3%	Arena Media
			22,8%	Arcilla
	H4	130 cm	68%	Arena Muy Fina
			52%	Arcilla
	H5	145 cm	66,7%	Arena Muy Fina
			33,3%	Arcilla