



Universidad Nacional de Catamarca
Facultad de Tecnología y Ciencias Aplicadas
Licenciatura en Geología



TRABAJO FINAL

GEOLOGÍA AMBIENTAL

DEPARTAMENTO FRAY MAMERTO ESQUIÚ
CATAMARCA



AUTOR: Aldana., C., SUEIRO;
M.U. N°: 00539

DIRECTOR: DR. Jorge., E., EREMCHUK

CO-DIRECTOR: LIC. Miriam., Y., CISTERNAS.

ABRIL/2019

Universidad Nacional de Catamarca
Facultad de Tecnología y Ciencias Aplicadas
Licenciatura en Geología

GEOLOGÍA AMBIENTAL
DEPARTAMENTO FRAY MAMERTO ESQUIÚ
CATAMARCA

AUTOR:

Aldana C., SUEIRO;
M.U. N°: 00539.

DIRECTOR:

DR. Jorge E., EREMCHUK.

CO-DIRECTOR:

LIC. Miriam Y., CISTERNAS.

ABRIL/2019

Dedicada a mi mamá Leonor, mi papá Carlos, por confiar en mí y por ayudarme a que pudiera terminar esta carrera, en especial para vos "viejita", que con tu cariño y apoyo, me has motivado para seguir.

A mis familiares y amigos, que estuvieron siempre presentes.

RESUMEN

El presente informe tiene por finalidad realizar un diagnóstico de las aptitudes del sustrato geológico sobre el que se encuentra fundada el área urbana del Dpto. Fray Mamerto Esquiú de la Provincia de Catamarca, y de las distintas variables geoambientales, generando una cartografía adecuada que sirva de base a los distintos organismos competentes en la implementación de medidas de prevención.

La metodología de trabajo se dividió en etapas que incluyen la revisión de información bibliográfica existente sobre el área de influencia, interpretación visual de fotografías aéreas pancromáticas, usando el software ArcGis 10.3, a fin de obtener la cartografía de base del medio físico inerte a escala 1:50.000 y de los aspectos geo-ambientales más significativos en aquellas áreas en las que se identificaron problemáticas, a escala de mayor detalle. Los mapas elaborados, fueron sometidos a verificación y control en campo. Una vez realizado el análisis bibliográfico, se procedió a dividir territorialmente en sectores, permitiendo de esta manera realizar comparaciones intra e intersectoriales de las variables de interés. Así mismo, se determinaron los sectores que presentan mayor vulnerabilidad ante cualquier tipo riesgo. En términos generales se concluyó que: el Dpto. Fray Mamerto Esquiú que forma parte del Valle central de Catamarca, no está exento al Cambio Climático Global, del cual la acción antrópica es la principal causa, en consecuencia, es importante conocer el comportamiento de cada una de las variables meteorológicas, a los fines de concientizar a la población ante una problemática que avanza a pasos agigantados.

Por otro lado, el análisis de variables antrópicas y uso actual del suelo, ha permitido arribar a recomendaciones para restablecer y/o mantener un adecuado equilibrio entre el aprovechamiento económico de los recursos naturales de la zona plana y de la cuenca; recuperar el espacio natural degradado y conservar el ambiente natural y construido de valor patrimonial. Los límites del Municipio y el Dpto. son iguales y por tanto tienen el carácter de territorial. La urbanización informal se ha ido incrementando de manera significativa en los últimos tiempos y se ha registrado una escalada de crecimiento de esta modalidad expansiva. Las autoridades del Municipio deben plantear importantes desafíos, entre ellos, requiere una resolución que no se centre solamente en la producción de viviendas, sino que debería considerar gestionar una ajustada planificación de la ciudad.

Finalmente, el diagnóstico de amenazas con ayudas tecnológicas como los SIG (Sistemas de Información Geográfica) y metodológicas semicualitativas son herramientas válidas y pertinentes en la prevención y alternativas de mitigación de estos fenómenos. Esta investigación marca un precedente a nivel profesional ya que se amplían los conocimientos de algunos temas vistos a nivel académico, además demuestra una de las aplicaciones de los SIGs para la determinación en los escenarios del riesgo y sobre todo podrá utilizarse como base para determinación de las zonas más propensas a sufrir una amenaza geológica a nivel local.

Palabras claves: Variables geo-ambientales, Amenazas, Vulnerabilidad, Riesgo.

INDICE GENERAL

CAPÍTULO 1 INTRODUCCIÓN	1
1.1. INTRODUCCIÓN	2
1.2. OBJETIVOS	3
1.2.1. OBJETIVO GENERAL.....	3
1.2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	3
1.3. DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO	4
1.3.1. UBICACIÓN GEOGRÁFICA.....	4
1.3.2. VÍAS DE COMUNICACIÓN.....	6
1.4. HIDROGRAFÍA SUPERFICIAL	7
1.5. CLIMA	9
1.6. FLORA	10
1.7. FAUNA	12
1.8. DATOS DE LA ZONA DE INFLUENCIA	12
CAPÍTULO 2 MARCO TEÓRICO.....	14
2.1. MARCO TEÓRICO	15
2.1.1. VARIABLES METEOROLÓGICAS.....	15
2.1.2. USO ACTUAL DE SUELO.....	16
2.1.3. ASPECTOS GEOAMBIENTALES	16
2.1.4. GEOAMENAZA	17
2.1.5. IMPACTO.....	17
2.1.6. RIESGO	17
2.1.7. MITIGACIÓN.....	18
CAPÍTULO 3 METODOLOGÍA.....	19
3.1. METODOLOGÍA DE TRABAJO	20
3.2. ETAPA I	20
3.3. ETAPA II	21
3.4. ETAPA III	21
3.4.1. USOS DEL SUELO	22
3.4.2. ASPECTOS GEOAMBIENTALES SIGNIFICATIVOS	22
3.4.3. IDENTIFICACIÓN, LOCALIZACIÓN Y PONDERACIÓN DE GEOAMENAZAS ...	23
3.4.4. GEOAMENAZAS HIDROMETEOROLÓGICAS.....	23
3.4.5 ANÁLISIS MULTITEMPORAL DE GEOAMENAZAS HÍDRICAS.	25

CAPÍTULO 4 RESULTADOS	26
4.1. VARIABLES METEOROLÓGICAS	27
4.1.2. VARIABLES CLIMÁTICAS	28
4.1.2.1. Precipitación.....	28
4.1.2.2. Temperatura.....	31
4.1.2.3. Humedad Relativa.....	34
4.1.2.4 Velocidad del viento	37
4.2. GEOLOGÍA	40
4.2.1. ESTRATIGRAFÍA.....	41
4.2.1.1. Precámbrico – Paleozoico inferior	41
4.2.1.2. Cenozoico	416
4.3. GEOMORFOLOGÍA	51
4.3.1. LADERAS DENUDACIONALES.....	51
4.3.2. PLANICIE FLUVIO - EÓLICO.....	52
4.3.3. CONOS ALUVIALES.....	52
4.3.4. TERRAZAS FLUVIALES	52
4.3.5. LECHO DEL RÍO DEL VALLE	53
4.4. RECURSOS MINEROS	55
4.5. USOS DEL SUELO	57
4.5.1. ASPECTOS EDAFOLÓGICOS	57
4.5.2 DESCRIPCIÓN Y CARACTERIZACIÓN DEL USO ACTUAL DE LA SUPERFICIE DEL SUELO.....	57
4.5.3. SUELO URBANO	60
4.5.3.1. Suelo Urbano General.....	60
4.5.3.2. Suelo Periurbano.....	61
4.5.4. SUELO INDUSTRIAL	63
4.5.4.1. Suelo industrial agrícola	63
4.5.4.2. Suelo industrial ganadero	634
4.5.5. OTROS USOS	64
4.5.5.1. DEPORTIVO/ESPARCIMIENTO	64
4.5.5.2. CEMENTERIOS PUBLICOS O PRIVADOS	645
4.5.5.3. EDUCATIVO	645
4.5.5.4. LADRILLERA	646
4.5.5.5. BASURALES.....	646

4.5.5.6. VERTEDERO	647
4.5.6. SUELO RURAL	67
4.5.6.1. Rural de uso agropecuario	67
4.5.7. SUELO RUSTICO	678
4.5.7.1. Suelo rustico serrano.....	678
4.5.7.2. Suelo rustico pedemontano	679
4.5.8. USO POTENCIAL DE LOS SUELOS	70
4.6. PRINCIPALES ACTIVIDADES ANTRÓPICAS.....	75
4.7. ASPECTOS GEOAMBIENTALES SIGNIFICATIVOS	77
4.7.1. IDENTIFICACIÓN DE GEOAMENAZAS	77
4.7.2. INVENTARIO DE GEOAMENAZAS	78
4.7.3. GEOAMENAZAS - HIDROMETEOROLÓGICAS.....	89
4.7.3.1. Crecidas	89
4.7.3.1.1. Tramo 1	90
4.7.3.1.2. Tramo 2	95
4.7.3.1.3. Tramo 3	100
4.7.3.1.4. Tramo 4	105
4.7.3.1.5. Tramo 5	110
4.7.3.2. Zonas susceptibles a anegamiento – Suelo urbano.....	116
4.7.3.3. Tormentas	117
4.7.3.4. Sequias	118
4.7.4. GEOAMENAZAS - GEOLÓGICAS Y GEOMORFOLÓGICAS	119
4.7.4.1. Sismos	119
4.7.4.2. Deslizamientos	119
4.7.4.3. Erosión eólica.....	11920
4.7.4.4. Erosión hídrica	11920
CAPÍTULO 5 - CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	122
5.1. CONCLUSIONES GENERALES.....	123
5.2. RECOMENDACIONES	126
CAPÍTULO 6 - BIBLIOGRAFÍA	128
6.1. BIBLIOGRAFÍA.....	129
6.2. LINK CONSULTADOS.....	130

CAPÍTULO 7 - ANEXO 1.....	131
7.1. ANEXO 1-A: VARIABLES METEOROLÓGICAS	131
7.2. ANEXO 1-B: CARTA GEOLÓGICA	131
7.3. ANEXO 1-C: CARTA GEOMORFOLÓGICA.....	131
7.4 ANEXO 1-D: CARTA DE USOS DEL SUELO.....	131
7.6. ANEXO 1-E: GEOAMENZA HÍDRICA - TRAMO 1	131
7.7. ANEXO 1-F: GEOAMENZA HÍDRICA - TRAMO 2.....	131
7.8. ANEXO 1-G: GEOAMENZA HÍDRICA - TRAMO 3	131
7.9. ANEXO 1-H: GEOAMENZA HÍDRICA - TRAMO 4.....	131
7.10. ANEXO 1-I: GEOAMENZA HÍDRICA -TRAMO 5	131

INDICE DE FIGURAS

Figura N° 1: Croquis de ubicación del área de estudio. Elaborado en ArcGis 10.3. Fuente: Elaboración propia.	5
Figura N° 2 : Puntos extremos del área de estudio. Elaborado en ArcGis 10. 3. Fuente: Elaboración propia.	6
Figura N° 3: Mapa Hidrológico del Dpto. Fray Mamerto Esquiú. Elaborado en ArcGis 10.3. Fuente: Elaboración propia.	8
Figura N° 4: Mapa de tipos de climas en la provincia de Catamarca según Dauss y García Gache. Fuente: Educ.ar.	9
Figura N° 5: Vegetación típica de Chaco Árido, en la localidad de La Falda de San Antonio, Dpto. Fray Mamerto Esquiú. Fuente: Captura propia.	11
Figura N° 6: Vegetación típica de Chaco Serrano. Vista desde la cumbre de la Sierra Graciana, Dpto. Fray Mamerto Esquiú. Fuente: Captura propia.	11
Figura N° 7: Trabajo de gabinete – elaboración de cartografía base.	20
Figura N° 8: Ubicación de Estación INTA - Catamarca, Sumalao (EMC).	28
Figura N° 9: Precipitación a partir de datos del tiempo de los años 1996, 2006, 2017 y 2018, en el Dpto. Fray Mamerto Esquiú.	29
Figura N° 10: Fotografía de la inundación sobre RP 41, en ingreso a Av. Ramón Rosa López, en la localidad de San Antonio, Dpto. Fray Mamerto Esquiú.	31
Figura N° 11: Fotografía de la inundación sobre RP 41 en la localidad de San Antonio, Dpto. Fray Mamerto Esquiú.	31
Figura N° 12: Climograma donde se grafica el nivel de precipitación mensual y la temperatura mensual, año 1996.	32
Figura N° 13: Climograma donde se grafica el nivel de precipitación mensual y la temperatura mensual, año 2006.	32
Figura N° 14: Climograma donde se grafica el nivel de precipitación mensual y la temperatura mensual, año 2017.	33
Figura N° 15: Climograma donde se grafica el nivel de precipitación mensual y la temperatura mensual, año 2018.	33
Figura N° 16: Grafica de la variable humedad relativa, perteneciente al año 1996.	35
Figura N° 17: Grafica de la variable humedad relativa, perteneciente al año 2006.	35
Figura N° 18: Grafica de la variable humedad relativa, perteneciente al año 2017.	36
Figura N° 19: Grafica de la variable humedad relativa, perteneciente al año 2018.	36
Figura N° 20: Grafica de valores máximos, mínimos y medios de la velocidad del viento, perteneciente al año 1996.	37
Figura N° 21: Grafica de valores máximos, mínimos y medios de la velocidad del viento, perteneciente al año 2006.	38
Figura N° 22: Grafica de valores máximos, mínimos y medios de la velocidad del viento, perteneciente al año 2017.	38
Figura N° 23: Afloramiento de migmatitas: 1 y 2– identificado como suelo, sintectónico; 3- Metatexita y 4- cuerpo tabular, granitoide, sintectónico.	43
Figura N° 24: Afloramiento de migmatitas: 1- identificado como Metatexita; 2– identificado como cuerpo tabular, granitoide, sintectónico; C- clivaje (edad posterior al cuerpo granitoide); E- esquistosidad.	44
Figura N° 25: Fotografía de metatexita.	45
Figura N° 26: Fotografía de metatexita con macada deformación, donde se observan micropliegues.	45

Figura N° 27: Fotografía de Formación Coneta ubicada en la localidad de Pirquitas, sobre margen derecha de RP N° 1.	47
Figura N° 28: Perfil de Formación Río del Valle. Localidad de Pirquitas, Dpto. Fray Mamerto Esquiú.	49
Figura N° 29: Carta Geológica – Dpto. Fray Mamerto Esquiú, provincia de Catamarca. Realizado en ArcGis 10.3.	50
Figura N° 30: Carta Geomorfológica – Dpto. Fray Mamerto Esquiú, provincia de Catamarca. Realizado en ArcGis 10.3.	54
Figura N° 31: Carta de uso del Suelo – Dpto. Fray Mamerto Esquiú. Fuente: Elaborado en ArcGis 10.3.	59
Figura N° 32: Suelo urbano general.	60
Figura N° 33: Suelo de uso periurbano mixto.	62
Figura N° 34: Suelo periurbano de uso administrativo, no programado.	62
Figura N° 35: Suelo de uso urbano deportivo/esparcimiento.	65
Figura N° 36: Suelo de uso educativo.	66
Figura N° 37: Suelo rural, ubicado en la localidad de San Antonio, Dpto. Fray Mamerto Esquiú.	68
Figura N° 38: Ubicación de suelos con problemas de salinización y anegamiento en la llanura que se forma entre las sierras de Fariñango y Graciana.	69
Figura N° 39: Suelo urbanizable actual, en la localidad de San Antonio, Dpto. Fray Mamerto Esquiú.	71
Figura N° 40: Suelo urbanizable actual, en la localidad de La Tercena, Dpto. Fray Mamerto Esquiú.	72
Figura N° 41: Suelo urbanizable actual, en la localidad de Pomancillo, Dpto. Fray Mamerto Esquiú.	73
Figura N° 42: Patrones de crecimiento, A) Patrón compacto o agregado; B) Patrón lineal, C) Patrón nodal; D) Patrón salto de rana, que caracteriza el crecimiento en el Dpto. Fray Mamerto Esquiú.	74
Figura N° 43: Principales actividades antrópicas – Dpto. Fray Mamerto Esquiú.	76
Figura N° 44: División del Dpto. Fray Mamerto Esquiú en circuitos.	78
Figura N° 45: Terraza inferior del Río del Valle. Año 2018.	79
Figura N° 46: Fotografía que muestra la inundación en el sector del Camping Municipal de la localidad de Pirquitas. Febrero de 2018.	79
Figura N° 47: Se observa en el recuadro rojo la ubicación del vivero de la localidad de Pomancillo.	80
Figura N° 48: En esta figura se puede observar la Terraza superior (color verde) y la Terraza inferior (color marrón), que fueron alcanzadas por la creciente de febrero de 2018.	80
Figura N° 49: Se puede observar en el recuadro rojo las viviendas de la localidad de Pomancillo que fueron alcanzadas por la creciente del Río del Valle. Año 2018.	81
Figura N° 50: En esta figura se observa en amarillo el límite de la Terraza inferior, que fue alcanzada por la creciente del Río del Valle en febrero de 2018.	81
Figura N° 51: Se puede observar en el rectángulo rojo el criadero de la familia Figueroa en la localidad de Pomancillo.	82
Figura N° 52: Se puede observar en las imágenes adjuntas, el estado del sector analizado en el año 2010 y en el año 2018 con las Terrazas T1 y T2 alcanzadas por la creciente del Río del Valle, en el mes de febrero de 2018.	82

Figura N° 53: En las imágenes adjuntas se puede visualizar para el año 2010 la Cancha y el Camping Municipal de la localidad de La Carrea anegados, y en la figura del año 2018 se puede observar en color marron la Terraza inferior que en la creciente del mes de febrero de 2018 fue inundada	83
Figura N° 54: La fotografía adjunta muestra las evidencias de la tormenta ocurrida en febrero de 2018, donde la RP 41 se vió parcialmente inundada	84
Figura N° 55: Es esta fotografía se puede observar un colectivo de la empresa 25 de agosto, atascado en un hueco en la localidad de San Antonio, Dpto. Fray Mamerto Esquiú	84
Figura N° 56: En la fotografía adjunta se puede observar un deslizamiento de roca sobre la RP 1, en la localdiad de Pirquitas. Febrero de 2018.....	85
Figura N° 57: La fotografía adjunta muestra un deslizamiento de roca, producto de la inestabilidad del talud de la Sierra de Graciana. Febrero de 2018.....	86
Figura N° 58: Vista satelital de los suelos con problemas de salinización, en la localidad de La Tercena. Año 2018.....	87
Figura N° 59: Fotografía que evidencia los problemas de salinización en la localidad de La Tercena.....	87
Figura N° 60: Fotografía que evidencia los problemas de salinización en la localidad de San Antonio.....	88
Figura N° 61: Vista satelital del sitio con problemática. Año 2018	88
Figura N° 62: Ubicación geográficas de los tramos afectados por crecidas del Río del Valle.	89
Figura N° 63: Ubicación del Tramo 1 - localidad de Pirquitas - Dpto. Fray Mamerto Esquiú..	90
Figura N° 64: Síntesis de análisis multitemporal del Tramo 1, identificado como Camping Municipal de la localidad de Pirquitas.....	91
Figura N° 64 A): Fotografía Aérea del año 1996. Tramo 1 - Camping Municipal de la localidad de Pirquitas - Dpto. Fray Mamerto Esquiú.....	92
Figura N° 64 B): Imagen satelital del año 2003. Tramo 1 - Camping Municipal de la localidad de Pirquitas - Dpto. Fray Mamerto Esquiú.....	93
Figura N° 64 C): Líneas de afectación realizadas por el CFI en el año 2006. Tramo 1 - Camping Municipal de la localidad de Pirquitas - Dpto. Fray Mamerto Esquiú.	94
Figura N° 64 D): Afectación y uso del suelo realizada a base de imagen satelital del año 2018. Tramo 1 - Camping Municipal de la localidad de Pirquitas - Dpto. Fray Mamerto Esquiú.	95
Figura N° 65: Ubicación del Tramo 2 - vivero de la localidad de Pomancillo - Dpto. Fray Mamerto Esquiú..	95
Figura N° 66: Síntesis de análisis multitemporal del Tramo 2, identificado como "vivero", en la localdiad de Pomancillo.	96
Figura N° 66 A): Fotografía Aérea del año 1996. Tramo 2 - "vivero" de la localidad de Pomancillo - Dpto. Fray Mamerto Esquiú.	97
Figura N° 66 B): Imagen satelital del año 2003. Tramo 2 - "vivero" de la localidad de Pomancillo - Dpto. Fray Mamerto Esquiú.	98
Figura N° 66 C): Líneas de afectación realizadas por el CFI en el año 2006. Tramo 2 - "vivero" de la localidad de Pomancillo - Dpto. Fray Mamerto Esquiú.....	99
Figura N° 66 D): Afectación y uso del suelo realizada a base de imagen satelital del año 2018. Tramo 2 - "vivero" de la localidad de Pomancillo - Dpto. Fray Mamerto Esquiú.....	100
Figura N° 67: Ubicación del Tramo 3 - "barrio periurbano" de la localidad de Pomancillo Este - Dpto. Fray Mamerto Esquiú..	100

Figura N° 68: Síntesis de análisis multitemporal del Tramo 3, identificado como "barrio periurbano", en la localidad de Pomancillo Este. Dpto. Fray Mamerto Esquiú.....	101
Figura N° 68 A): Fotografía Aérea del año 1996. Tramo 3 - "barrio periurbano", en la localidad de Pomancillo Este. Dpto. Fray Mamerto Esquiú.	102
Figura N° 68 B): Imagen satelital del año 2003. Tramo 3 - "barrio periurbano", en la localidad de Pomancillo Este. Dpto. Fray Mamerto Esquiú.	103
Figura N° 68 C): Líneas de afectación realizadas por el CFI en el año 2006. Tramo 3 - "barrio periurbano", en la localidad de Pomancillo Este. Dpto. Fray Mamerto Esquiú.....	104
Figura N° 68 D): Afectación y uso del suelo realizada a base de imagen satelital del año 2018. Tramo 3 - "barrio periurbano", en la localidad de Pomancillo Este. Dpto. Fray Mamerto Esquiú.	105
Figura N° 69: Ubicación del Tramo 4 - "industria ganadera" de la localidad de Pomancillo OEste - Dpto. Fray Mamerto Esquiú.....	106
Figura N° 70: Síntesis de análisis multitemporal del Tramo 4, identificado como "industria ganadera" de la localidad de Pomancillo Oeste - Dpto. Fray Mamerto Esquiú.	106
Figura N° 70 A): Fotografía Aérea del año 1996. Tramo 4 - "industria ganadera" de la localidad de Pomancillo Oeste - Dpto. Fray Mamerto Esquiú.....	107
Figura N° 70 B): Imagen satelital del año 2003. Tramo 4 - "industria ganadera" de la localidad de Pomancillo Oeste - Dpto. Fray Mamerto Esquiú.....	108
Figura N° 70 C): Líneas de afectación realizadas por el CFI en el año 2006. Tramo 4 - "industria ganadera" de la localidad de Pomancillo Oeste - Dpto. Fray Mamerto Esquiú....	108
Figura N° 70 D): Afectación y uso del suelo realizada a base de imagen satelital del año 2018. Tramo 4 - "industria ganadera" de la localidad de Pomancillo Oeste - Dpto. Fray Mamerto Esquiú.....	109
Figura N° 71: Ubicación del Tramo 5 - en las localidades de Collagasta y La Carrera - Dpto. Fray Mamerto Esquiú.....	110
Figura N° 72: Síntesis de análisis multitemporal del Tramo 5, en la localidad de Collagasta y La Carrea - Dpto. Fray Mamerto Esquiú.....	111
Figura N° 72 A): Fotografía Aérea del año 1996. Tramo 5 - en las localidades de Collagasta y La Carrera- Dpto. Fray Mamerto Esquiú.....	112
Figura N° 72 B): Imagen satelital del año 2003. Tramo 5 - en las localidades de Collagasta y La Carrea- Dpto. Fray Mamerto Esquiú.....	113
Figura N° 72 C): Líneas de afectación realizadas por el CFI en el año 2006. Tramo 5 - en las localidades de Collagasta y La Carrera - Dpto. Fray Mamerto Esquiú.....	114
Figura N° 72 D): Afectación y uso del suelo realizada a base de imagen satelital del año 2018. Tramo 5 - en las localidades de Collagasta y La Carrera- Dpto. Fray Mamerto Esquiú.	115
Figura N° 73: Ubicación de antigua ladrillera donde se evidencian problemas de anegamiento de suelos en la localidad de El Hueco de San Antonio, Dpto. Fray Mamerto Esquiú.....	116
Figura N° 74: Tormenta Registrada en el mes de febrero del 2018 en el Dpto. Fray Mamerto Esquiú. Inundación en RP N° 41.	117
Figura N° 75: Vías de acceso interrumpidas por inundación producto de la Tormenta torrencial durante el mes de febrero del 2018, en la localidad de San Antonio, Dpto. Fray Mamerto Esquiú.....	118
Figura N° 76: Deslizamientos menores sobre la margen derecha de RP 1, en la localidad de Pirquitas - Dpto. Fray Mamerto Esquiú. Fuente: Toma propia.	119
Figura N° 77: Deslizamientos de rocas sobre la margen derecha de RP 1, en la localidad de Pirquitas - Dpto. Fray Mamerto Esquiú. Fuente: Diario el Ancasti.	120

INDICE DE TABLAS

Tabla N° 1: Vértices del área de estudio en Coordenadas Geográficas y en POSGAR 94. Fuente: Elaborado en Google Earth 2016.	7
Tabla N° 2: Tipos de amenazas - Naturales. Fuente: adaptado de mapa de riesgo socio-natural de la ciudad de La Paz - Bolivia.....	22
Tabla N° 3: Grados de ponderación de amenazas, según intensidad, probabilidad de ocurrencia y recurrencia. Fuente: adaptado de mapa de riesgo socio-natural de la ciudad de La Paz - Bolivia.	23
Tabla N° 4: Valores de los principales estadios de las variables meteorológicas, calculados y sus principales unidades de medida (UM), pertenecientes al año 1967. Fuente: Estación INTA – Catamarca Sumalao (EMC).	28
Tabla N° 5: Cuadro resumen de registros estadísticos de precipitaciones en 50 años. Figura en Anexo 1-A	135
Tabla N° 6: Cuadro resumen de registros estadísticos de precipitaciones en milímetros. Años: 1996, 2006, 2017 y 2018. Fuente: Estación INTA – Catamarca Sumalao (EMC).....	29
Tabla N° 7: Registros estadísticos de Temperaturas para el año 1996. Anexo 1-A.	136
Tabla N° 8: Registros estadísticos de Temperaturas para el año 2006. Anexo 1-A	136
Tabla N° 9: Registros estadísticos de Temperaturas para el año 2017. Anexo 1-A.	137
Tabla N° 10: Registros estadísticos de Temperaturas para el año 2018. Anexo 1-A	137
Tabla N° 11: Registros estadísticos de Humedad para el año 1996. Anexo 1-A.....	138
Tabla N° 12: Registros estadísticos de Humedad para el año 2006. Anexo 1-A.....	138
Tabla N° 13: Registros estadísticos de Humedad para el año 2017. Anexo 1-A.....	139
Tabla N° 14: Registros estadísticos de Humedad para el año 2018. Anexo 1-A.....	139
Tabla N° 15: Medida de la variable velocidad del viento, perteneciente al año 1996. Anexo 1-A	140
Tabla N° 16: Medida de la variable velocidad del viento, perteneciente al año 2006. Anexo 1-A	140
Tabla N° 17: Medida de la variable velocidad del viento, perteneciente al año 2017. Anexo 1-A	141
Tabla N° 18: Principales depósitos de moscovita en el Dpto. Fray Mamerto Esquiú.....	56
Tabla N° 19: Tipos de geoamenazas. Fuente: adaptado de mapa de riesgo socio-natural de la ciudad de La Paz - Bolivia.....	77

CAPÍTULO 1

INTRODUCCIÓN

1.1. INTRODUCCIÓN

La Geología Ambiental es el conocimiento del sustrato geológico como condicionante al desarrollo antrópico y es la aplicación de los conocimientos geológicos a la investigación de los procesos naturales que afectan al hombre y de aquellas actividades del hombre que degradan el sistema físico natural de un territorio.

Los procesos o fenómenos naturales que causan daños son catalogados como riesgos naturales o geoamenazas y las actividades antrópicas que afectan al medio físico natural, son conocidas como impactos ambientales, hay autores que engloban ambas categorías como riesgos geológicos naturales y antropogénicos. Esta clasificación simple, tiene el propósito de entender cuáles son los principales procesos actuantes. Sin embargo, cuando estos tienen el carácter de sinérgicos un "riesgo natural" puede generar "impactos" o viceversa (Eremchuk J. E., 2005).

En forma general, los riesgos geológicos naturales son de diverso origen: erupciones volcánicas, actividad sísmica, inundaciones, deslizamientos de tierra, avalanchas de barro, erosión, incendios provocados por rayos u otras causas naturales, y los impactos ambientales generados por las actividades humanas, o riesgos de origen antrópico, que entran dentro del campo de la geología ambiental. Los de mayor relevancia, son aquellas actividades antrópicas que generan contaminación (modifican las condiciones naturales) del aire, agua, suelos y/o la población. Esta contaminación puede estar causada por productos químicos (principalmente fertilizantes y plaguicidas, pero también por otros productos tóxicos); por aguas cloacales, efluentes industriales, actividad minera o manufacturera y, en general, por mal uso de tecnologías.

El ambiente es patrimonio de la sociedad, se debe preservarlo y defenderlo en resguardo de las generaciones presentes y futuras. Es necesario establecer medidas de control del ambiente urbano a fin de, asegurar la calidad de vida ambiental y minimizar cualquier impacto negativo y hacer cesar toda acción que resulte incompatible con el estado de equilibrio.

En la actualidad, el Dpto. Fray Mamerto Esquiú no cuenta con un análisis geológico-ambiental que permita visualizar la situación del medio físico inerte y de las variables que intervienen en el equilibrio ambiental.

En líneas generales, este estudio realiza un relevamiento de las actuales condiciones físicas del área de estudio y analiza su relación con las actividades antrópicas que se desarrollan o pueden desarrollarse en el corto plazo. Involucra la recolección sistemática de información y procesamiento de datos, que sirvieron para llegar a una descripción clara de la situación particular, como así también se determinaron potencialidades y limitaciones de la zona respecto a las actividades antrópicas, información que se espera sea de gran utilidad para la planificación estratégica y gestión del territorio.

El presente trabajo se estructura en siete capítulos: el primero incluye la introducción al tema de estudio, los objetivos y se describen las características generales del área de estudio como la ubicación, clima, hidrografía orografía, entre otros. El segundo capítulo corresponde al marco teórico en el cual se realiza la descripción de las bases teóricas de la investigación, los

antecedentes del lugar y su estado actual. El tercer capítulo de metodología incluye el diseño de la investigación, como así también las técnicas empleadas y de procesamientos, instrumentos de la recolección de datos y el análisis de la información. En el capítulo cuarto se presentan los resultados alcanzados donde se analizan y desarrollan los objetivos propuestos siguiendo la metodología especificada. El quinto capítulo contiene las conclusiones alcanzadas, los resultados finales y las recomendaciones pertinentes. En el sexto capítulo se detalla la bibliografía consultada, citada y las páginas web visitadas. En el séptimo y último capítulo se encuentran los anexos correspondientes a la cartografía final.

Para su análisis y representación gráfica se generaron mapas, tales como geológico, hidrográfico, geomorfológico y topográfico, utilizando herramientas GIS, el software ArcGis 10.3 y digitalizando sobre un mosaico de la Provincia de Catamarca proporcionado por el ETISIG provincial, a partir de imágenes satelitales Landsat 5-TM5 en un sistema de coordenadas Gauss Krüger.

1.2. OBJETIVOS

1.2.1. OBJETIVO GENERAL

- Describir la Geología Ambiental del Departamento Fray Mamerto Esquiú, Provincia de Catamarca, a partir de cartografía temática a escala adecuada, destinada a la utilidad de los organismos competentes para la implementación de medidas de prevención y corrección geoambiental, en el marco del desarrollo de la actividad antrópica del Departamento.

1.2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- a. Recopilar y analizar críticamente antecedentes bibliográficos a efectos de situar el área de estudio en el marco geológico regional.
- b. Identificar, relevar y cartografiar las diferentes unidades geológicas aflorantes, y sus características geomorfológicas e hidrológicas.
- c. Analizar las variables meteorológicas (precipitación, temperatura, dirección e intensidad del viento) a partir de datos de estaciones meteorológicas existentes en el área.
- d. Describir y caracterizar el uso actual de la superficie del suelo (urbano, rural y rústico) en la zona de trabajo, mediante interpretación de imágenes satelitales obtenidas de los sitios web Google Earth/ Bing Map / ESA a escala 1:50.000
- e. Identificar y describir las principales actividades antrópicas del área.
- f. Identificar en forma cualitativa o semi-cualitativa los aspectos geoambientales significativos (riesgos).
- g. Elaborar cartografía de base (geológica y geomorfológica) a escala 1:50.000.
- h. Confeccionar una cartografía de los sectores relevantes, utilizando los sistemas de teledetección disponibles, relacionados a los aspectos geoambientales más significativos (riesgos) a escala de mayor detalle (entre 10.000 a 1:30.000).
- i. Realizar control de campo para validar y ajustar la cartografía resultante de las interpretaciones de sensores remotos.
- j. Proponer recomendaciones referidas a las medidas de prevención y corrección geoambiental en el marco de las diferentes actividades antrópicas del Departamento.

1.3. DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

1.3.1. UBICACIÓN GEOGRÁFICA

El Dpto. Fray Mamerto Esquiú, se sitúa en la región centro de la Pcia. de Catamarca. Se encuentra emplazado entre las sierras de Ambato y Gracián, a una altitud sobre nivel del mar de entre los 610 m.s.n.m. y 527 m.s.n.m., bajo las coordenadas 28°23'0,43" de latitud Sur y 65°42'3,70" de longitud Oeste (tomado desde la cabecera departamental San José), a una distancia de 15 km de la ciudad Capital. Sus límites departamentales vigentes son al Norte con el Dpto. Ambato, al Oeste con el Dpto. Capital, al Sur con el Dpto. Valle Viejo y al Este con el Dpto. Paclín. Posee una superficie de 280km², y una población de 11.751 habitantes según datos recogidos en censo INDEC del año 2010. Este histórico Departamento, ha sido uno de los primeros en organizarse dentro del denominado Valle Central de Catamarca, siendo la cabecera departamental la localidad de San José de Piedra Blanca.

Está integrado por los siguientes distritos: San Antonio, La Falda de Alpatauca, El Hospicio, El Hueco, San José de Piedra Blanca, Capilla del Rosario, Agua Colorada, La Tercena, Falda de los Mazas, Payahuaico, Callejón Hondo, El Señor de los Milagros, Sierra Brava, La Carrera, Collagasta, El Desmonte, Pomancillo Oeste, Pomancillo Este y Villa Las Pirquitas.

Sus límites físicos están dados al Norte, desde la unión de la sierra de Fariñango y cordón montañoso que separa las cuencas del arroyo Fariñango por el Sur y río de Los Nichos por el Norte, el límite recorre con dirección Norte la cumbre de la sierra de Fariñango hasta llegar al río de Los Nichos y por la línea media del río hasta llegar a su desembocadura en el dique Las Pirquitas. Desde este punto el límite recorre la margen Oeste del dique hacia la desembocadura del Río del Valle, al cual cruza, continuamente por su margen hasta el cerro Isla Larga, en la sierra de Gracián.

Al Este las sierras de Gracián, desde el cerro Isla Larga hasta el cerro de cota 910 m s.n.m. Al Sur de dicho cerro corre la línea media de la quebrada que se denomina de los Molinas hasta llegar al camino denominado La Falda, al cual recorre en dirección hacia el Norte hasta el Desmonte, a la cual recorre en dirección Oeste pasa por RP N°41 hasta la RP N°1 y por esta sigue su línea media hacia el Sur hasta el callejón del Cementerio que une Polcos con Banda de Varela, al cual recorre por su línea media hasta interceptar la línea media del Río del Valle.

Al Oeste el límite recorre por la línea media del Río del Valle, con dirección Norte hasta la desembocadura de la Quebrada del Infiernillo la cual recorre en dirección Oeste por su parte más profunda hasta llegar a su intersección con la cumbre de la sierra Fariñango, con dirección Noroeste, por la divisoria de aguas la cumbre de la sierra de Fariñango terminando en la intersección con el cordón montañoso que separa las cuencas del río de Los Nichos por el Norte y el arroyo Fariñango por el Sur (**Figura N°1**).

Cabe aclarar que la descripción de los límites físicos se realizó utilizando como cartografía de base las cartas del IGM (ex Instituto Geográfico Militar), a escala 1:50.000 identificadas como 2.966-10-1 (Catamarca) y 2.966-10-2 (Fray Mamerto Esquiú).

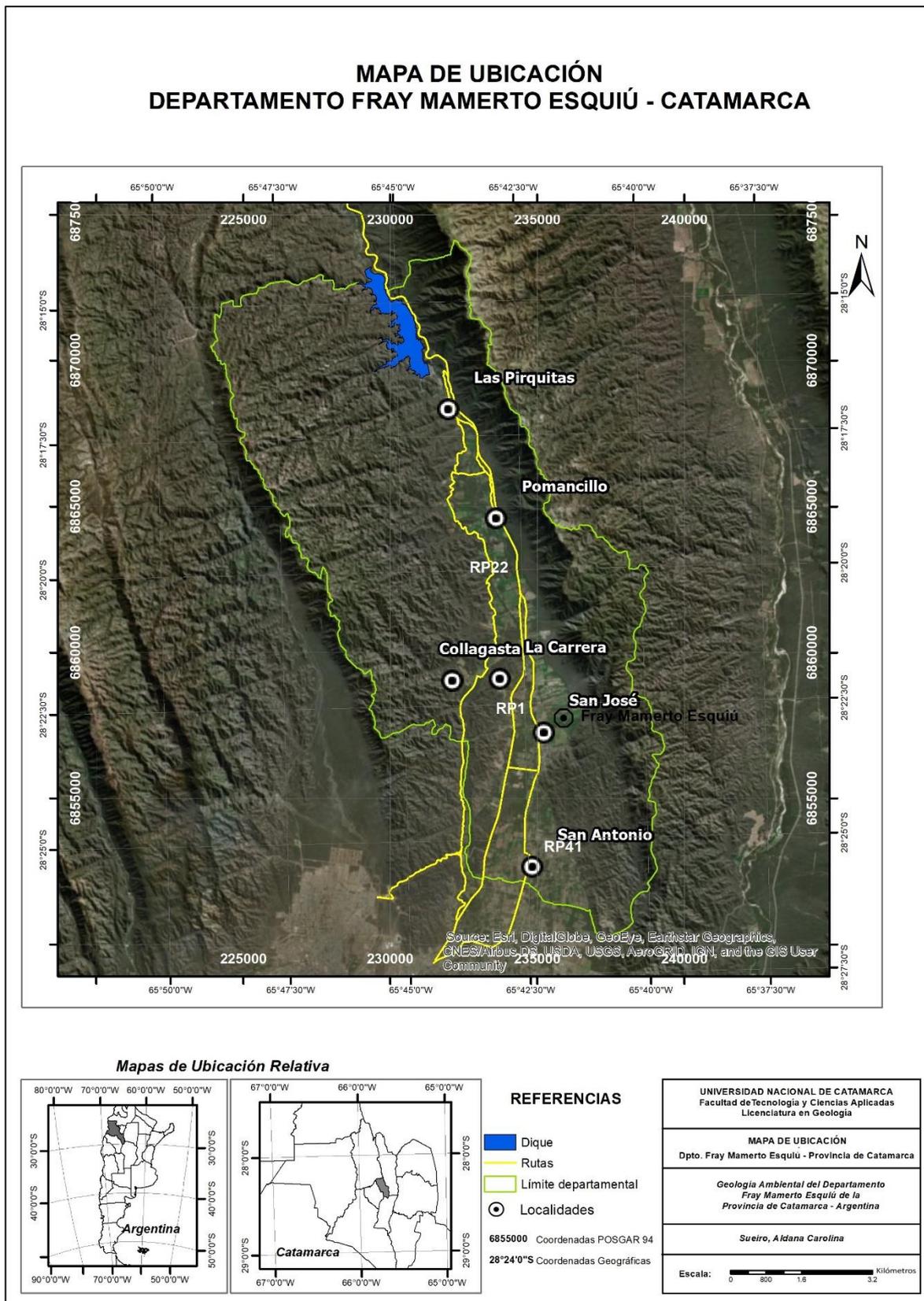


Figura N° 1: Mapa de ubicación del área de estudio.

1.3.2. VÍAS DE COMUNICACIÓN

Se puede acceder al Dpto. desde la ciudad Capital, por RP 1, recorriendo las localidades de San Antonio, San José, La Tercena, La Carrera, Pomancillo Este, hasta llegar a Las Pirquitas que se comunica al Norte con el Dpto. Ambato. Desde RP 41 se comunica por el Sur la ciudad Capital con las localidades de San Antonio y San José. Otro acceso es por RP 109 desde la ciudad Capital -Banda de Varela- se comunica con Pomancillo Oeste y Las Pirquitas. Las coordenadas geográficas de los puntos extremos del área de estudio figuran en la **Tabla N°1**, indicados como vértices V1, V2, V3 y V4 (**Figura N° 2**).

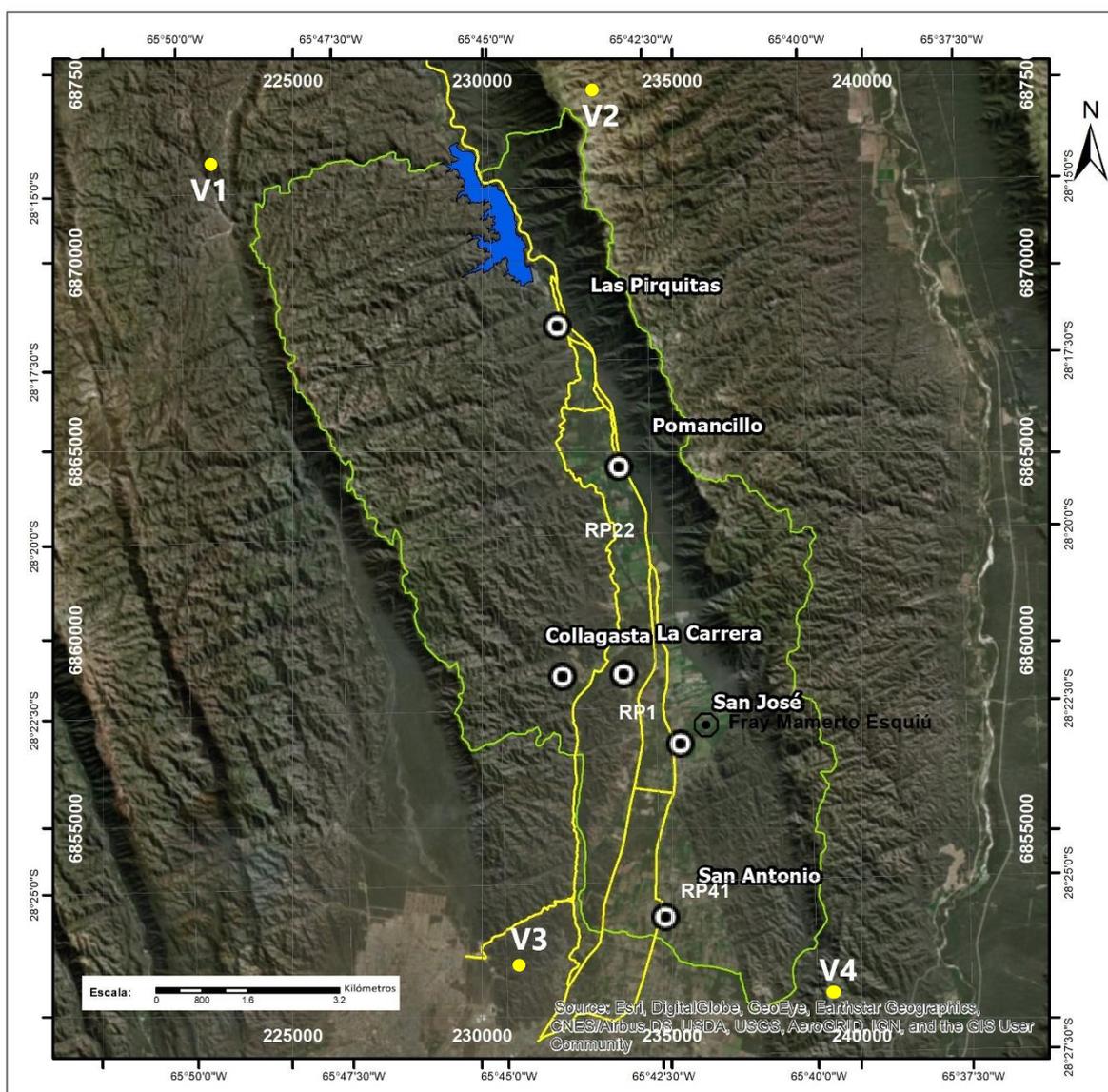


Figura N° 2 : Puntos extremos del área de estudio.

PUNTOS EXTREMOS DEL ÁREA DE ESTUDIO	COORDENADAS GEOGRÁFICAS (°) / UTM (m) LATITUD	COORDENADAS GEOGRÁFICAS (°) / UTM (m) LONGITUD
V1	28°13'59.81"S / 6873704.74 S	65°49'54.98"O / 222095.66 E
V2	28°13'48.93"S / 6874420.89 S	65°39'39.34"O / 238876.99 E
V3	28°27'16.82"S / 6849180.51 S	65°49'26.46"O / 223448.21 E
V4	28°27'7.26"S / 6849857.57 S	65°39'9.30"O / 240236.82 E

Tabla N° 1: Vértices del área de estudio en Coordenadas Geográficas y en POSGAR 94.

1.4. HIDROGRAFÍA SUPERFICIAL

La Provincia de Catamarca se encuentra dividida en nueve cuencas hídricas. El Dpto. Fray Mamerto Esquiú se encuentra situado en la cuenca falda oriental del Ambato. La misma se caracteriza por un estrecho valle estructural de escasa profundidad y pequeñas dimensiones.

Dicha cuenca recibe una recarga local directa y drena sus aguas subterráneas hacia el sur y sureste. Las sierras del basamento que lo flanquean y lo atraviesan transversalmente, tanto en su extremo Norte como en el Sur, producen un cierre tectónico con un único punto de descarga a la altura de la población de El Huevo; (Ubalini *et al.*, 2000). Este cierre tectónico no impide el drenaje subsuperficial de la cuenca estudiada, sino que sólo lo hace más lento.

La hidrografía está representada por el Río del Valle, constituido por el tramo del curso principal y valle de inundación, en la sección que va desde el pie del dique Las Pirquitas hasta el dique de Payahuaico. El río del Valle es el colector más caudaloso de la provincia y fuente hídrica más importante, al Norte de la zona de estudio se encuentra regulado por el dique de Las Pirquitas, principal obra hidráulica de la Cuenca (Ver **Figura N° 3** – Mapa Hidrológico del Dpto. Fray Mamerto Esquiú).

Tanto los flujos de entrada como de salida de agua se hacen a través del sistema de canales que vienen del dique de Las Pirquitas. Los aportes por precipitación están concentrados en la estación estival y, si bien pueden tener alguna potencia erosiva, tienden a ser controlados por la red de canales y acequias muy abundantes en la zona. En la parte central del departamento se encuentra ubicado el dique derivador de Payahuaico, el que colecta las aguas que escurren por el Río del Valle, para llevarlas hacia las áreas de cultivos.

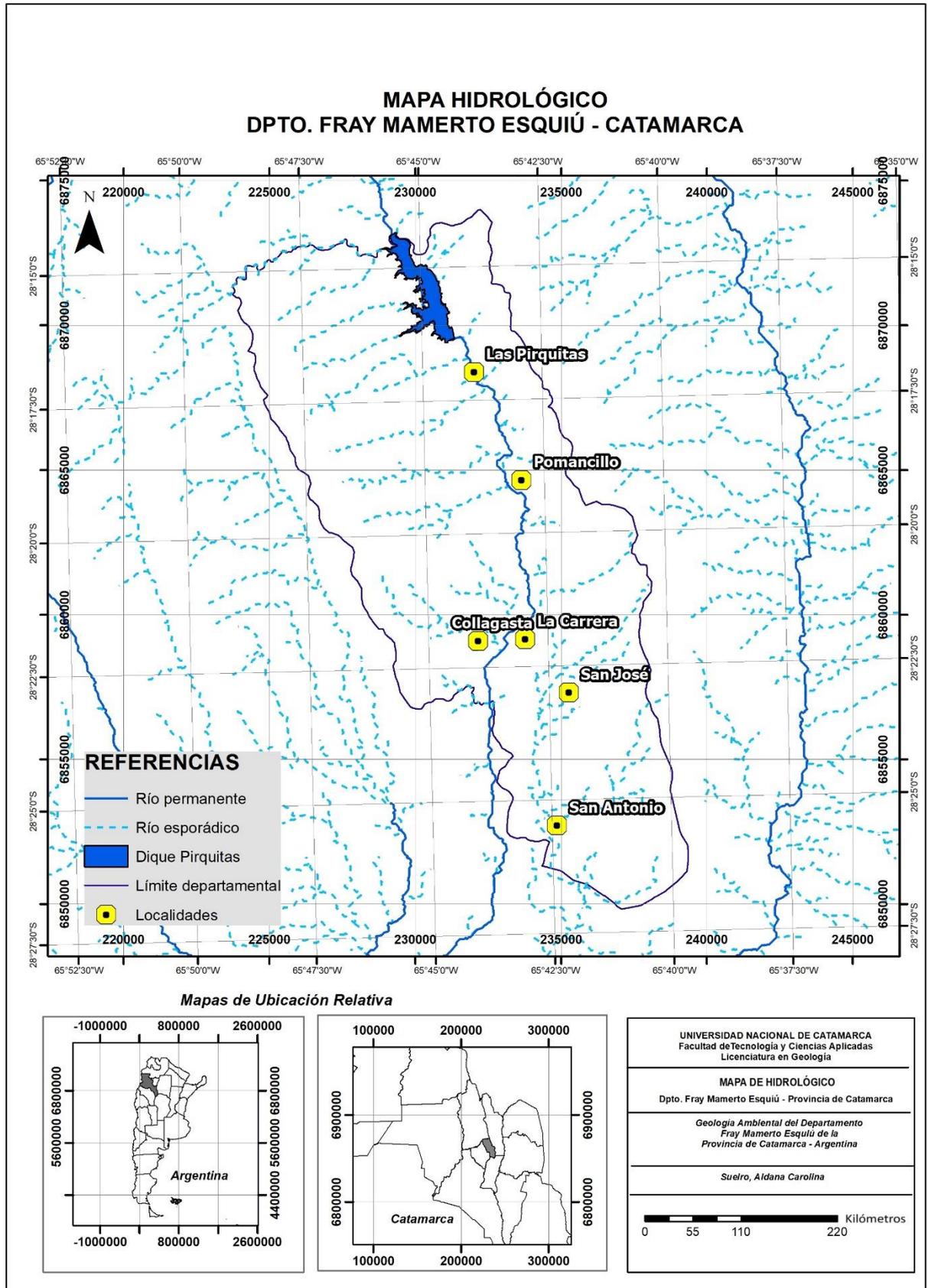


Figura N° 3: Mapa Hidrológico del Dpto. Fray Mamerto Esquiú.

1.5. CLIMA

Sobre la base de la clasificación de Dauss y de García Gache (**Figura N°4**), que contempla cuatro categorías climáticas (Climas Cálidos, Climas Templados, Climas áridos y Climas Fríos), la Provincia de Catamarca presenta tipos correspondientes a las categorías:

-El Clima Tropical Serrano: Se origina por la presencia de cordones montañosos orientados de Norte a Sur (sentido de los meridianos) que, al interceptar los vientos cargados de humedad provenientes del Océano Atlántico, producen condensación y precipitaciones pluviales favoreciendo la aparición de microclimas diferentes.

-El Clima Árido de Sierras y Bolsones: Abarca el Sudeste del Departamento Santa Rosa, centro-Este del Alto, centro-Este-Sur del Departamento La Paz, La Región Centro y la Región Oeste, tenemos un clima con veranos cálidos y secos e inviernos templados (suaves).

-El Clima Árido Andino Puneño: Comprende a la Región de la Puna y a los Andes Áridos desde la Provincia de Catamarca hasta Mendoza (Región de Cuyo). Presenta un paisaje con rasgos de acentuada aridez, muy inhóspito. Las precipitaciones son muy escasas, no superan los 200 milímetros anuales y las temperaturas tanto en verano como en invierno, sufren grandes amplitudes térmicas (verano 28 °C; invierno 8 °C).

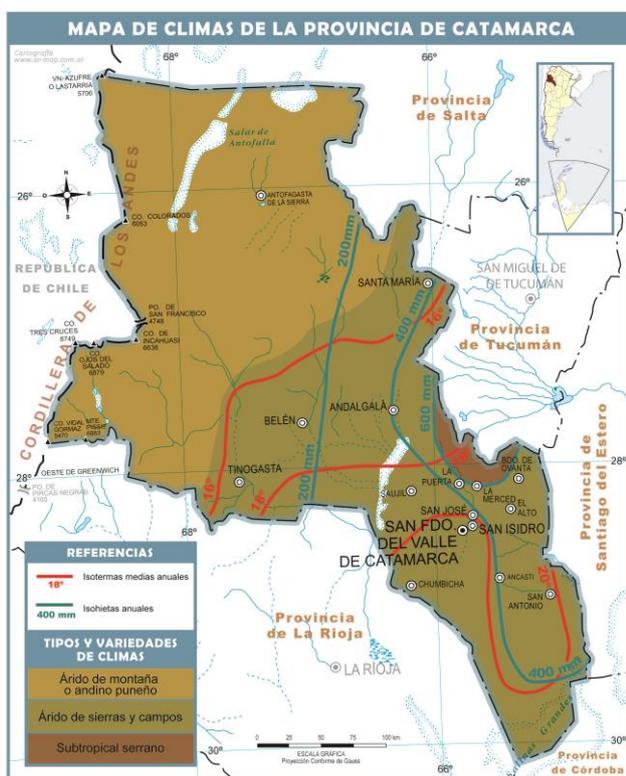


Figura N° 4: Mapa de tipos de climas en la provincia de Catamarca, según Dauss y García Gache. Fuente: Educ.ar.

La descripción de clima dominante en el Dpto. Fray Mamerto Esquiú se fundamenta en las representaciones realizadas por los autores antes mencionados, donde predomina el clima

árido de sierras y bolsones, en el que la temporada de lluvias es muy corta, pero permite el desarrollo de una vegetación de gramíneas o de matorral.

Este tipo de clima se caracteriza por inviernos templados y veranos cálidos. La temperatura media oscila entre 11 °C en invierno y 27 °C en verano. La lluvia media anual es de 364 mm y se concentra en la estación estival. (Van Wambeke, 1981) calcula el régimen de humedad y temperatura del suelo a partir de datos climáticos, y define el pedoclima regional como árido e hipertérmico.

Según esta clasificación climática se identifican dos estaciones muy marcadas. La estación húmeda que va entre los meses de diciembre a marzo y la estación seca que inicia en invierno hasta finales de la primavera. En la estación estival se dan las mayores acumulaciones pluviométricas gracias a las precipitaciones de tipo convectivo. La llegada del invierno representa el inicio de la estación seca que recién en noviembre comienza a amainar. Las cimas de las sierras de Fariñango y de Gracián suelen recibir nevadas con mucha más frecuencia que en la base del estrecho valle debido al descenso térmico que se experimenta conforme se asciende en altitud.

A mediados de la estación invernal inicia el régimen de vientos que soplan desde el cuadrante Norte con intensidad moderada a fuerte. Estos vientos se activan entre los meses de julio y agosto y cobran su máxima intensidad y frecuencia en octubre. La llegada de la estación húmeda se reduce la frecuencia de los vientos hasta ser prácticamente neutralizada en los meses de febrero y hasta junio inclusive.

1.6. FLORA

La Provincia de Catamarca se encuentra dentro de la provincia fitogeográfica chaqueña, en síntesis, se distinguen tres divisiones de la Provincia Fitogeográfica Chaqueña: Chaco Serrano, Chaco Árido y Chaco Semiárido.

El Dpto. Fray Mamerto Esquiú se ubica más específicamente dentro de Chaco Árido, denominado Chaco Seco por (Karlin, 1984), que cubre una superficie de unos 10.000 Km², en la que incluye los Dptos. Capital, Valle Viejo y Capayán, el extremo Sur del Dpto. Ancasti y la mitad austral del Dpto. La Paz.

La vegetación del área llana corresponde a un bosque xerófilo, abierto a semicerrado, de altura media que, en general, no supera los nueve metros, con predominio de especies de hojas coriáceas, reducidas o ausentes, siendo abundantes las con espinas. Se presenta un estrato arbustivo con especies resinosas y un estrato herbáceo continuo de gramíneas, y con menos abundancia de latifoliadas (Morlans, 1995).

En el estrato arbóreo, las especies más abundantes son, quebracho blanco (*Aspidosperma quebracho-blanco*), algarrobo negro (*Prosopis nigra*), algarrobo dulce (*Prosopis flexuosa*) brea (*Cercidium australe*), el mistol (*Zizyphus mistol*), retama (*Bulnesia retama*) y tala (*Celtis tala*) (Morlans, 1995).

En el estrato arbustivo las especies dominantes son: jarilla (*Larrea divaricata*), jarilla norte sur (*Larrea cuneifolia*) y pichanilla (*Senna aphylla*), seguidas de jarilla negra (*Bulnesia foliosa*), pata (*Ximera americana*) y atamisqui (*Capparis atamisquea*), (Morlans, 1995). Menos frecuentes y abundantes son: lata (*Mimozyanthus carinatus*), tintitaco (*Prosopis torquata*), tusca (*Acacia aroma*), mistol del zorro (*Castella coccinea*), abriboca (*Maytenus spinosa*), tala churqui (*Celtis chichape*) y jaboncillo (*Bulnesia bonariensis*), (Morlans y Guichón, 1995).

En el estrato herbáceo se encuentran gramíneas como: el pasto plateado (*Digitaria californica*), pasto melena (*Eragrostis orthoclada*), saetilla negra (*Aristida mendocina*), pata de gallo (*Chloris ciliata*), pasto de hoja (*Trichloris crinita*), pasto criollo (*Pappophorum caespitosum*), cola de zorro (*Setaria leucopila*), pasto del niño (*Sporobolus pyramidatus*), pasto crespo (*Neobouteloua lophostachya*), avenilla (*Gouinia paraguariensis*), pasto criollo (*Pappophorum philippianum*), saetilla (*Aristida adscencionis*), entre otros.



Figura N 5: Vegetación tpica de Chaco árido, en la localidad de La Falda de San Antonio, Dpto. Fray Mamerto Esquiú.



Figura N 6: Vegetación tpica de Chaco Serrano. Vista desde la cumbre de la sierra de Graciana, Dpto. Fray Mamerto Esquiú.

1.7. FAUNA

La fauna presente en la zona en estudio incluye, felinos como el puma (*Puma concolor*), el gato montés (*Leopardus geoffroyi*), cérvidos como la corzuela parda (*Mazama gouazoubira*), batracios y reptiles como la ranita llorona (*Physalaemus biligonigerus*), el escuercito común (*Odontophrynus americanus*), la lagartija cola roja (*Cnemidophorus longicaudus*), y la iguana colorada (*Tupinambis rufescens*).

Se han observado ejemplares de las aves conocidas vulgarmente como carpintero del cardón (*Melanerpes cactorum*), pepitero de collar (*Saltator aurantirostris*), crespín (*Tapera naevia*), monterita cabeza negra (*Poospiza melanoleuca*) y calandrita (*Stigmatura budytoidea*). Se identificaron además, la presencia de aves como el cuervillo de cañada (*Plegadis chihi*), carpintero real (*Colaptes melanochloros*), halcón plomizo (*Falco femoralis*), zorzal chiguanco (*Turdus chiguanco*) y chingolo (*Zonotrichia capensis*).

En el Dpto. Fray Mamerto Esquiú, la fauna se ha reducido a las especies de pequeño y mediano porte que coexisten con los seres humanos y las actividades que éstos desarrollan. Las especies identificadas en la zona relevada se corresponden con aves de pequeño porte. No se observaron especies ni rastros de animales salvajes de mayor porte, aunque son extremadamente comunes los zorros (*Lycalopex gymnocerus*), liebres (*Lepus europaeus*) y tucu-tucus o "cuises" (*Ctenomys* spp.).

Dentro de las aves aparecen individuos de las familias de la Furnaridae (por ej. hornero), Hirudinidae (golondrinas), Tyrannidae (benteveo) y Caprimulgidae (dormilones).

1.8. DATOS DE LA ZONA DE INFLUENCIA

Elementos de interés arqueológico

No se identificaron elementos de interés arqueológico en el área de intervención durante el relevamiento de campo (MSc en Arqueología Andrea Castillo).

Áreas protegidas de carácter privado

Existe un área protegida en las proximidades del área de intervención, se trata del conocido refugio privado ***Merced de Allpatauca***.

Este refugio es un área natural protegida privada integrada a la red de refugios de la Fundación Vida Silvestre Argentina. Fue creado en 2004, a partir de un acuerdo entre el propietario de las tierras y la Fundación Vida Silvestre Argentina, con el objeto de preservar los valores biológicos y culturales de un área representativa de ambientes de las ecorregiones chaco seco y chaco serrano. En la provincia de Catamarca, este tipo de ambientes no cuentan con protección estatal, provincial o distrital y su entorno ha sido altamente modificado por la actividad humana. El refugio tiene como objetivos secundarios promover la investigación y las acciones educativas y de concientización.

Por otro lado, se destaca la presencia de cientos de palmeras que crecen de manera natural hacia el Este de la RP 1 en la localidad de San Antonio, si se la pone en valor va a conformar una Área Natural Protegida única en su especie. Uno de los motivos por el que no se declara Área Natural Protegida, está relacionado a un problema de propiedades, ya que, los propietarios de esas tierras no consideran esta opción.

CAPÍTULO 2

MARCO TEÓRICO

2.1. MARCO TEÓRICO

La expansión de las fronteras agrícolas del Dpto. Fray Mamerto Esquiú y el crecimiento de los núcleos urbanos, acompañados de la puesta en marcha diferentes obras civiles en el territorio se han desarrollado sin tener en cuenta las características del sustrato geológico y sus procesos naturales.

Los aspectos geoambientales más significativos están relacionados con la dinámica de la problemática de las inundaciones fluviales del Río del Valle y la deforestación indiscriminada de los suelos para uso agrícola y ganadero, entre otros.

El análisis geoambiental tiene por objeto revelar la situación actual y el estado del medio inerte en relación con las actividades productivas y de expansión urbana del Dpto. donde existe una interacción entre el medio inerte y la intervención del hombre (actividades antrópicas) en una población aproximada de 11.751 habitantes (INDEC, 2010).

Si bien, se dispone de cartografía geológica a escala 1:250.000 del área de estudio (Hoja Geológica 2966-II – San Fernando del Valle de Catamarca), la misma no se encuentra actualizada para ser de utilidad en la gestión de la planificación y el ordenamiento del territorio.

El área de estudio no cuenta con un análisis geológico ambiental, ni tampoco cartografía a escala detallada de las variables geoambientales significativas que sea de utilidad a los organismos competentes para la adecuada implementación de medidas de prevención y corrección geo-ambiental. El Departamento Fray Mamerto Esquiú se encuentra emplazado en una depresión intermontana, formada por las sierras del Fariñango al Oeste y Gracián al Este.

Dentro de este valle se encuentran las sierras de Payahuaico de extensión reducida, que se extiende a la altura de La Carrera sobre la margen derecha del río del Valle, hasta la localidad de Hueco. Es esta la única manifestación orográfica que se encuentra casi totalmente dentro de los límites políticos del Dpto. Estos aspectos condicionan la aptitud para diferentes usos del suelo. Su identificación y descripción son necesarias para una adecuada planificación estratégica y ordenamiento territorial.

2.1.1. VARIABLES METEOROLÓGICAS

Las variables meteorológicas se presentan en diferentes formas, tales como meteogramas o pictogramas. Todas son indicadores que ayudan a entender la meteorología. Para el análisis del comportamiento de cada una de ellas, se determinaron sus valores medios, máximos y mínimos, principalmente de las variables: Precipitación, Temperatura, Humedad y Velocidad del viento (se pueden consultar en **CAPÍTULO 4** y tablas con los registros de cada variable en **ANEXO 1-A**), en la cuenca del Río del valle, donde se encuentra emplazado el Dpto. Fray Mamerto Esquiú.

Precipitación: Según Llamas, (1993), las precipitaciones son un fenómeno físico que describe la transferencia de agua en fase líquida (en forma de lluvia), y en fase sólida (en

forma de nieve y granizo), entre la atmósfera y el suelo. Una parte de las precipitaciones alimenta la evaporación en la cuenca y el resto aporta al escurrimiento superficial o subterránea. Desde un punto de vista hidrológico, Aparicio (1997) señala que en la superficie terrestre las precipitaciones son la fuente principal de agua, y la medición de éstas, son el punto de partida de la mayoría de los estudios relativos al uso del agua.

Temperatura: La temperatura es una de las magnitudes más utilizadas para describir el estado de la atmósfera. De hecho, la información meteorológica que aparece en los medios de comunicación casi siempre incluye un apartado dedicado a las temperaturas: se sabe que la temperatura del aire varía entre el día y la noche, entre una estación y otra, y también entre una ubicación geográfica y otra. En invierno puede llegar a estar bajo los 0° C y en verano superar los 40° C.

Humedad: La humedad relativa del aire se calcula por medio del psicrómetro, el cual consta de dos termómetros; una llamada de bulbo seco o ambiente y, otro, de bulbo húmedo, porque su depósito de mercurio está envuelto en una muselina que se humedece en el momento de la observación. Mediante un ventilador se hace una corriente de aire para acelerar la evaporación del agua de la muselina. Para que la evaporación se realice, el agua toma calor del depósito del termómetro, el cual registrara un descenso de la temperatura hasta que el aire que rodea al depósito quede saturado. Con los datos de temperatura del bulbo seco y del bulbo húmedo se recurre a las tablas psicrométricas para obtener la humedad relativa.

Velocidad del viento: El viento es el movimiento natural del aire atmosférico. El sentido en que se mueve puede ser vertical; de ascenso y descenso, o bien horizontal, que es el más importante de los dos, especialmente al nivel de suelo donde solo son posibles los movimientos paralelos al terreno. El viento horizontal se define por dos características: la dirección y la velocidad.

La velocidad del viento, se mide en metros por segundo, en kilómetros por hora o en nudos. Para conocer la velocidad media del viento es preciso determinar la media en un intervalo de 10 minutos; para ellos se utilizan anemómetros y anemógrafos. Estos últimos registran en una gráfica los cambios de la velocidad del viento.

2.1.2. USO ACTUAL DE SUELO

En este estudio los suelos se clasifican en: suelo urbano, suelo de expansión, suelo rural y suelo rústico. Se hace una descripción detallada de los componentes urbano y rural, respectivamente. A continuación, se hace una breve definición de cada uno de ellos y como resultados obtenidos se describe la propuesta de zonificación del territorio ocupado y a ocupar por la expansión de los núcleos urbanos, acompañada de una tipificación del suelo con fines urbanos.

2.1.3. ASPECTOS GEOAMBIENTALES

Los aspectos geoambientales más significativos están relacionados con la dinámica de los factores climáticos, meteorológicos, hidrológicos, geológicos y geomorfológicos, sumados a

la problemática de las inundaciones pluviales y fluviales del Río del Valle, la intervención del hombre en deforestación indiscriminada de los suelos para uso agrícola y ganadero, entre otros, han generado la presencia de las geoamenazas las cuales son un peligro para los habitantes de la zona y sus bienes. Una de las zonas más propensas a sufrir estos fenómenos son las cuencas hidrográficas de los ríos debido a las condiciones físicas del terreno, ellas gozan de una gran riqueza biótica por esta razón es importante el estudio de los procesos morfodinámicos a través de diagnósticos que ayudan a la prevención y mitigación de sus efectos sobre el hombre y el medio ambiente.

2.1.4. GEOAMENAZA

Se consideran geoamenazas a los procesos o fenómenos naturales terrestres, que puedan causar pérdida de vida o daños materiales, interrupción de la actividad social y económica o degradación ambiental (EIRD, 2011). En este trabajo se hace referencia a procesos denudativos tales como la erosión, los movimientos en masa, incendios forestales, etc.

Geoamenazas Hidrometeorológicas:

Crecidas: Las crecidas de los ríos pueden definirse como una geoamenaza hídrica que corresponden a procesos o fenómenos naturales que pueden causar pérdidas de vida o daños materiales (EIRD, 2011).

También los términos de “amenaza o peligrosidad” pueden definirse como la probabilidad de ocurrencia de un evento susceptible de generar daños civiles o humanos, dentro de un periodo dado y sobre una determinada área, donde la magnitud de los daños depende la intensidad del fenómeno y ésta se relaciona con la “extensión, profundidad del agua, velocidad y duración” del evento.

2.1.5. IMPACTO

Se define al impacto ambiental como la alteración del medio ambiente, provocada directa o indirectamente por acciones humanas (labores mineras) o actividad en un área determinada. (Zaror, 2002), opina que los impactos ambientales pueden ser positivos o negativos, es decir, beneficiosos o no deseados. En el presente trabajo se hará referencia a impacto ambiental en su connotación negativa, pues son éstos los que deben ser minimizados en un proyecto.

2.1.6. RIESGO

Potencial de pérdidas o daños que pueden ocurrir a una comunidad como resultado de la convolución o mutuo condicionamiento entre amenaza y vulnerabilidad.

El riesgo se caracteriza por ser “dinámico y cambiante” ya que los factores de amenaza y vulnerabilidad tienen estas características. Es “diferenciado” porque no afecta de la misma manera a los distintos actores sociales presentes, ni tampoco se presenta de la misma manera o de forma homogénea en el conjunto de municipios ni en las comunidades que éste alberga.

Existe una “percepción diversa” o “imaginaria de riesgo”, dado que no todos los miembros de una comunidad tienen la misma percepción la cual está condicionada por la función, el rol, la responsabilidad y los compromisos que asume cada individuo, el actor social y el agente del desarrollo; y por las características y posiciones sociales, económicas, psicológicas, personales, etc., de cada cual. Tiene un “carácter social” ya que no es algo determinado por fuerzas sobrenaturales ni por fenómenos de la naturaleza, sino que surge del proceso de interacción continua y permanente entre la comunidad y su entorno. En este sentido puede hablarse de un proceso social de configuración del riesgo, determinado por procesos económicos, sociales, políticos y culturales que contribuyen a la generación del riesgo y determinan los niveles y condiciones de exposición al mismo; (Mansilla, 2000).

2.1.7. MITIGACIÓN

Larraín y Simpson, 1994, definen la mitigación como los "procedimientos adoptados por la población con el objeto de minimizar los efectos de un evento natural extremo". El concepto de mitigación corresponde a la vulnerabilidad, a reducir o eliminar la incapacidad de la comunidad para absorber los efectos de un cambio en el ambiente. Por otra parte, conceptos de prevención hacen alusión a la reducción del peligro o la amenaza, en cualquier caso, para que esta se reduzca a "0" es altamente difícil, ya que no existe una tecnología en la actualidad para controlar un terremoto, un huracán, una erupción volcánica, entre otros peligros.

CAPÍTULO 3

METODOLOGÍA

3.1. METODOLOGÍA DE TRABAJO

La metodología de trabajo se fundamenta en tres etapas básicas: Las cuales incluyeron tareas de gabinete y trabajos de campo complementarios: la Etapa I incluye la recopilación de datos del medio inerte, a partir de distintas fuentes de información disponibles, incluye tareas de gabinete de distinta índole. En la Etapa II, se realizó la interpretación geológica de imágenes satelitales multi-temporales y fotos aéreas pancromáticas disponibles del área de estudio, acompañadas de un control de campo que se basa en el monitoreo, control y corrección de las unidades identificadas y descritas en la Etapa I. La Etapa III tuvo por finalidad el procesamiento e interpretación de la información obtenida en las actividades previas para la confección de la cartografía final, donde se determinan las áreas o sectores que son vulnerables ante los distintos procesos geológicos.

3.2. ETAPA I

En la primera etapa se realizaron tareas de gabinete, relacionadas con la búsqueda y recopilación de información estadística, cartográfica y bibliográfica sobre el área de estudio, y de la temática abordada.

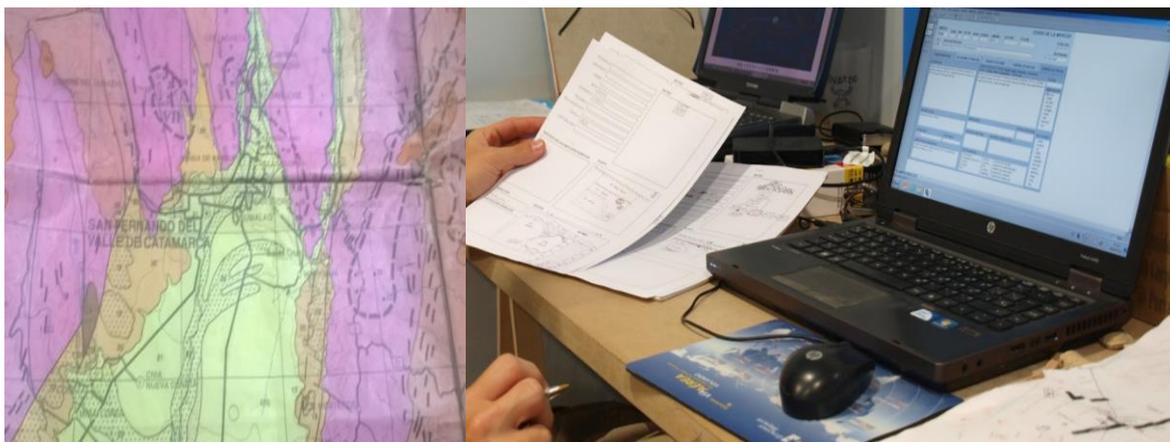


Figura N° 7: Trabajo de gabinete – elaboración de cartografía base.

Se consultaron distintos, informes técnicos, publicaciones, investigaciones, cartas y hojas geológicas (Hoja Geológica 2966-II – San Fernando del Valle de Catamarca) obtenidas en múltiples instituciones como la Universidad Nacional de Catamarca, Municipalidad de Fray Mamerto Esquiú, Servicio Meteorológico Nacional, Dirección Provincial de Recursos Hídricos y sitios web oficiales (INTA, INA, CFI, entre otros). Una vez finalizada la investigación, se vuelca el estado actual del conociendo de la zona según se detalla a continuación:

- Un inventario de los antecedentes más directos de la geología del área de estudio, incluye información de las unidades geológicas y geomorfológicas a nivel regional y local del Dpto. Fray Mamerto Esquiú adaptada de la cartografía existente.
- Para la elaboración de la cartografía, geológica y geomorfológica a escala 1:50.000 se usó la carta de imagen satelital 2.966-10-1 (Catamarca) y 2.966-10-2 (Fray Mamerto Esquiú) del Instituto Geográfico Nacional (ex Instituto Geográfico Militar) apoyado con capturas de imágenes satelitales de Google Earth y fotografías pancromáticas existentes.

- Un análisis de variables meteorológicas, desarrollando una base de datos de las variables de interés para nuestro estudio, usando como base los datos proporcionada por la Estación Meteorológica INTA - Catamarca Sumalao (EMC), ubicada bajo las coordenadas geográficas -28.48 Sur y -65.73 Oeste, en Ruta Prov.33 Km 4, en el Departamento Valle viejo.
- La identificación del uso actual del suelo se realizó mediante interpretación de imágenes satelitales obtenidas de los sitios web Google Earth/ Bing Map / ESA a escala 1:50.000.
- Los aspectos geoambientales significativos, tales como geoamenazas e impactos u otros que pudiesen surgir de la investigación fueron cartografiados a escala de mayor detalle (entre 1:10.000 a 1:30.000), seleccionando puntos de mayor relevancia según el área de afectación de la problemática identificada.
- La identificación de los aspectos geo-ambientales significativos se efectuó relacionando los aspectos críticos (vulnerables y amenazas) del medio inerte y los principales factores socioeconómicos.
- Representación gráfica o cartográfica de los resultados, mediante cartografías de riesgo o de peligrosidad geológica. Generalmente se utiliza la metodología de la cartografía temática que se adapta perfectamente a la finalidad de este tipo de representaciones.

3.3. ETAPA II

Una vez generada la cartografía base, se realizó el correspondiente control de campo, donde se recorrió el área de trabajo constatando, correlacionando, ajustando y corrigiendo los mapas confeccionados previamente, a partir de la observación directa en la zona de las diversas geformas presentes y áreas de riesgo; y de todas las características del relieve, relevando puntos estratégicos con navegador GPS, para facilitar el posicionamiento del terreno en la cartografía final.

Para la confección de la cartografía temática, tales como la geológica, geomorfológica, de riesgos, vulnerabilidad, entre otras, se procuró que la información sea concreta, sistemática y accesible para organismos públicos y privados, como así mismo, constituyéndose en información de base útil para las autoridades competentes, a efectos de generar medidas de prevención por parte de las instituciones que correspondan. En la actividad de campo se han extremado las medidas de control para lograr que la cartografía resultante represente lo más fidedignamente posible las características de la región en estudio.

Finalmente, algunos procedimientos metodológicos son explicados con mayor detalle en el ítem temático correspondiente.

3.4. ETAPA III

Las tareas de gabinete están basadas en la corrección y elaboración final de la cartografía, geológica, geomorfológica y de uso del suelo.

Estos se realizaron a escala 1:50.000, con el soporte teórico y cartográfico de la Etapa I y mediante los softwares descriptos con anterioridad. Se utilizó a proyección Gauss Krugger, POSGAR 94. Estos Mapas pueden observarse en el texto y en formato A3 en el Capítulo 7 – Anexo 1, para su mejor visualización.

3.4.1. USOS DEL SUELO

La determinación del uso actual del suelo en el Dpto. Fray Mamerto Esquiú, se efectuó mediante interpretación de imágenes satelitales obtenidas del Sitio Web Google Earth Pro 2016 y generación de cartografía de uso de suelos a escala 1:50.000.

3.4.2. ASPECTOS GEOAMBIENTALES SIGNIFICATIVOS

Metodología para el análisis del riesgo

El análisis del riesgo en el Dpto. Fray Mamerto Esquiú, se realizó siguiendo el criterio metodológico cualitativo y cuantitativo a excepto el ítem de las “inundaciones” que fue tratado siguiendo conceptos del análisis multitemporal de la dinámica hidrogeomorfológica del Río del Valle; (Eremchuk, 2018) comparada con el Estudio de Línea de Ribera y Conexas del Río del Valle (CFI, 2006).

A- Caracterización de Geoamenazas.

Teniendo en cuenta las características del Dpto. Fray Mamerto Esquiú, se seleccionaron los eventos principales que constituyen amenazas, características, pérdidas o daños que ocasionan.

- Selección de eventos.
- Ponderación cualitativa y cuantitativa.
- Síntesis.
- Elaboración de mapa síntesis.

B- Selección de eventos – Tipos de Geoamenazas.

GEOAMENAZAS	Hidrometeorológicas: Procesos o fenómenos naturales de origen atmosférico e hidrológico que pueden causar la muerte o lesiones, daños materiales o interrupciones de la actividad social y económica.	• Crecidas
		• Anegamientos
		• Aludes
		• Tormentas
		• Sequías
	Geológicas y Geomorfológicas: Procesos terrestres endógenos o de origen tectónico, así como procesos externos (exógenos).	• Sismos
		• Deslizamientos
		• Erosión eólica
		• Erosión hídrica

Tabla N° 2: Tipos de amenazas naturales. Fuente: Adaptado de Mapa de riesgo socio-natural de la ciudad de La Paz – Bolivia 2003.

Teniendo en cuenta la información preexistente de diferentes fuentes, se seleccionan los eventos que constituyen amenazas en el Dpto. Fray Mamerto Esquiú.

3.4.3. IDENTIFICACIÓN, LOCALIZACIÓN Y PONDERACIÓN DE GEOAMENAZAS

A modo de ponderación, se elaboró un cuadro preliminar de la situación actual que permita el conocimiento de las amenazas a partir del análisis de indicadores comunes y criterios consensuados. Los parámetros usados para ponderar cualitativamente cada amenaza fueron “intensidad”, “probabilidad de ocurrencia” y “recurrencia” (**Tabla N° 3**).

GRADO	DESCRIPCIÓN		
	INTENSIDAD	PROBABILIDAD DE OCURRENCIA	RECURRENCIA AÑOS
Sin	Ninguna: Sin magnitud y sin duración.	Ninguna	Ninguno
Muy Bajo	Muy pequeña: Muy pequeña a muy grande magnitud y muy corta a muy larga duración.	Poco Probable	Mayor a 50
Bajo	Pequeña: Muy pequeña a muy grande magnitud y muy corta a media duración.	Posible	20 a 50
Moderado	Media: Media a grande magnitud y muy corta a corta duración.	Probable	10 a 20
Alto	Grande: Grande a muy grande magnitud y muy corta a corta duración.	Inminente	01 a 10
Muy Alto	Muy grande: Muy grande magnitud y muy corta duración.	Activo	Menor a 01

Tabla N° 3: Grados de ponderación de amenazas según intensidad, probabilidad de ocurrencia y recurrencia. Fuente: Adaptado de Mapa de riesgo socio-natural de la ciudad de La Paz – Bolivia 2003.

3.4.4. GEOAMENAZAS HIDROMETEOROLÓGICAS

La ausencia de datos de precipitaciones y aforos que tengan validez y confiabilidad de la cuenca del río del Valle, obligó a la aplicación de procedimientos metodológicos alternativos cuali-cuantitativos, basados en la movilidad fluvial espacio - temporal y el análisis de indicadores geomorfológicos; (Ollero *et al.* 2011) y (Ollero, 2014) o solamente del análisis geomorfológico, (García *et al.*, 2011).

La metodología adoptada en este trabajo es el uso de los sistemas de teledetección (fotos aéreas antiguas e imágenes satelitales temporales) para evaluar la dinámica fluvial y la movilidad del cauce del río del Valle, lecho de inundación y terrenos ribereños de la trama urbana y rurales susceptibles de inundación.

Con esta metodología no se aportan datos de caudal, pero la confianza y validez que ofrece sirve para aplicar el principio precautorio (Ley General de Ambiente) para la planificación o llevar seguridad a la población ante las crecidas repentinas de los ríos de la provincia, (Eremchuk, 2018).

El análisis fotogeológico ayuda a evaluar las zonas susceptibles a amenazas hídricas en función de la “extensión de los flujos de agua” sobre los terrenos adyacentes a los cauces de los ríos por la “probabilidad de ocurrencia” de las crecientes relevantes del curso de agua.

Para la definición de las crecidas que determinan las áreas de riesgo en el área de estudio, se tomó como base el trabajo “Estudio de Línea de Ribera y Conexas del Río del Valle – Informe Final. Dr. Guillermo Cano y Colaboradores. Consejo Federal de Inversiones. Catamarca, 2006”.

Este estudio trata:

“...tomar como referencia el estudio del Dr. Guillermo Cano, por lo que “Crecida de Diseño” para determinar la Línea de Ribera, que es la crecida máxima anual media, se obtuvo como el promedio de los caudales pico de las mayores crecidas de cada año.

El cálculo se realizó tomando en cuenta la serie de datos constituida por los caudales máximos erogados por el Dique Las Pirquitas (período 1972/73-2003/04), es decir, la muestra se compone teniendo en cuenta los efectos de regulación que pudiera originar la presencia del Dique.

Según el estudio estadístico los caudales máximos erogados pueden ser representados por cualquiera de las distribuciones teóricas de Log Gauss y Pearson, recomendando que, debido a la diferencia de caudales entre ambas distribuciones para recurrencias mayores o iguales a 500 años, se tome un valor promedio.

Atendiendo a lo expresado en el párrafo anterior, se adoptaron los valores promedio de ambas distribuciones para todas las recurrencias. En lo que hace a la Línea de Ribera, que según Cano es determinada por “la crecida máxima anual media, obtenida como promedio de los caudales pico de las mayores crecidas de cada año”, y teniendo en cuenta que el promedio de la serie es de 129.84 m³/s, se adoptó el valor de 130 m³/s. Para la distribución de Log Gauss este caudal tiene una recurrencia de aproximadamente 3 años y para la de Pearson, entre 2.5 y 3 años”

Además, define:

“...las crecidas a considerar para el trazado de las Líneas Conexas corresponden a caudales con recurrencias de 10 años, 20 ó 25 años, 50 años y 100 años. Se decidió agregarles a estas recurrencias la correspondiente a 500 años, para determinar la línea límite de las áreas inundables o zonas de riesgo...”

Teniendo en cuenta los antecedentes expuestos con anterioridad se procede a realizar la identificación de las zonas susceptibles a inundaciones producto de crecidas del río del Valle, dividiendo en Dpto. en sus tres Circuitos (Norte, Centro Y Sur) y a su vez en áreas o sectores vulnerables.

Identificación de zonas susceptibles a Geoamenazas hídricas

Este análisis consistió en la identificación de sectores vulnerables a las geoamenazas hídricas usando como base las “Líneas de Afectación” determinadas por el CFI (Consejo Federal de Inversiones en su trabajo: “Estudio de Línea de Ribera y Conexas del Río del Valle – Informe Final. Dr. Guillermo Cano y Colaboradores. Consejo Federal de Inversiones. Catamarca,

2006” y el Mapa de uso del suelo elaborado en este estudio a escala 1:50.000 en ArcGis 10.3.

3.4.5 ANÁLISIS MULTITEMPORAL DE GEOAMENAZAS HÍDRICAS.

El análisis multitemporal de la geografía urbana del Dpto. Fray Mamerto Esquiú, se efectuó teniendo en cuenta el periodo comprendido entre 1996-2010 y 2017. Para ello, se realizó el estudio geomorfológico del área de estudio a una escala de 1:50.000 con el fin de describir las distintas geoformas de origen eólico y fluvial que afectan a la población de Fray Mamerto Esquiú.

La ejecución de este estudio, toma como punto de partida el mapa geomorfológico desarrollado por el CFI en el año 2006, posteriormente se llevó a cabo el análisis de las geoformas presentes en el área, utilizando como herramienta principal el software Google Earth Pro 2016.

La aplicación de esta herramienta permitió el procesamiento de los datos obtenidos para ser tratados en el software ArcGis 10.3 y de esta forma lograr el mapa geomorfológico local 2017. Este software proporciona la posibilidad de almacenar la información obtenida en planillas o como base de datos, que posteriormente son utilizados en las representaciones cartográficas.

El análisis multitemporal consistió en el estudio de las áreas de coberturas de los médanos móviles y cómo fue su avance hacia la población en este periodo de tiempo. Las áreas arbustivas que sirven como barreras naturales de estos médanos también fueron objeto de este análisis debido a la disminución de su cobertura.

CAPÍTULO 4

RESULTADOS

4.1. VARIABLES METEOROLÓGICAS

Las variables meteorológicas se presentan en diferentes formas, tales como meteogramas o pictogramas. Todas son indicadores que ayudan a entender la meteorología. Para el análisis del comportamiento de cada una de ellas, se determinaron sus valores medios, máximos y mínimos.

En la bibliografía consultada se han encontrado caracterizaciones de algunas variables meteorológicas, fundamentalmente: precipitación, temperatura, humedad y velocidad del viento, en la cuenca del Río del Valle.

Esta investigación es de nivel descriptivo comparativo y para ello, se ha contado con datos de estaciones meteorológicas existentes en la zona. Se grafican las series de datos para los años, 1996, 2006, 2017 y 2018 –años en los que se han registrado crecidas históricas del Río del Valle- para cada una de las variables mencionadas y se establecen sus respectivas tendencias.

ANTECEDENTES DE LA ZONA

La temperatura media para la provincia de Catamarca es de 20,5 ° C, la máxima absoluta registrada fue de 47,7 ° C y mínima absoluta alcanzó -9° C.

Posee un marcado déficit hídrico, con un sistema altamente dependiente del régimen de estiaje, demandando así, almacenar agua superficial y explotar el recurso subterráneo. Paradójicamente, en épocas de lluvia se producen tormentas torrenciales, que producen inundaciones en las zonas bajas, agravadas por rellenos de cauces para la construcción de viviendas sociales.

Los datos de temperatura, humedad, velocidad de los vientos y precipitación fueron tomados de la base de datos proporcionados por la estación meteorológica **INTA - Catamarca Sumalao (EMC)**, ubicada en las coordenadas geográficas -28,48 Sur y -65,73 Oeste, en RP 33 Km 4, en el Departamento Valle Viejo (**Figura N° 8**).

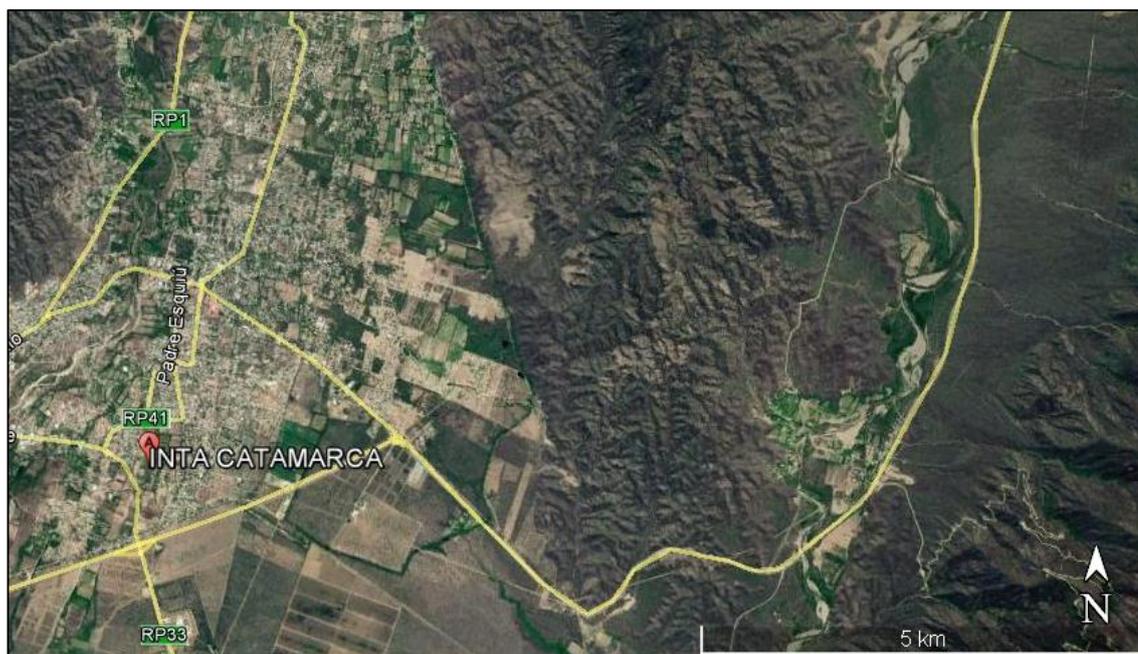


Figura N° 8: Ubicación de Estación INTA – Catamarca Sumalao (EMC).

4.1.2. VARIABLES CLIMÁTICAS

Se han realizado estudios de las temperaturas extremas, así como, análisis de tendencias climáticas de las temperaturas, precipitaciones, velocidad de los vientos y humedad relativa (**Tabla N° 4**), tomando datos recolectados por la estación meteorológica **INTA - Catamarca Sumalao (EMC)**.

VARIABLE	MEDIA	MÍNIMO	MÁXIMO	UM
TEMPERATURA	23.3	-1.5	32.8	°C
PRECIPITACIÓN	77.7	2.40	112.40	mm
HUMEDAD	67.7	17.9	96.8	%
VIENTO	11.2	1.2	13.6	Km/h

Tabla N° 4: Valores de los principales estadios de las variables meteorológicas y sus unidades de medida (UM), pertenecientes al año 1996. Fuente: Estación INTA – Catamarca Sumalao (EMC).

4.1.2.1. PRECIPITACIÓN

Las precipitaciones representan el elemento más importante del ciclo hidrológico. Para Fernández, (1995), la precipitación, junto con la temperatura, es el elemento climático más influyente en el medio natural, ya que afecta directamente en la distribución de las especies vegetales y animales, y a la vez en las actividades del hombre, como son las agrícolas, las forestales, las económicas, entre otras.

El Dpto. Fray Mamerto Esquiú se encuentra dentro del dominio climático semiárido, y geográficamente forma parte de la Diagonal Árida Sudamericana, sub-dominio árido de sierras y bolsones, las precipitaciones son de régimen torrencial, ocurrientes en el período estival, caracterizadas por su corta duración y poder erosivo; la evaporación excede a la precipitación media anual, es una zona con importantes amplitudes térmicas.

El periodo de ocurrencia de las precipitaciones es un indicativo aproximado para definir las dos estaciones del año; una seca, extendida entre los meses de mayo a noviembre y otra más húmeda, de diciembre a abril, siendo 450mm el promedio medio anual de precipitación. Ver **CAPITULO 7 - ANEXO 1-A – Tabla N° 5**, de registros estadísticos de precipitaciones.

Los meses de mayo, junio, julio, agosto, septiembre y octubre, son los más críticos, en virtud de escasas o nulas precipitaciones, generando un ambiente extremadamente seco, esto se debe a que la humedad relativa del ambiente llega a valores de hasta 9% durante las horas de mayor insolación; (Eller de Ferreyra y Vivas, 2013).

Debido a las bajas precipitaciones en al área de estudio, es que se establece la posibilidad de acumulación de volúmenes de agua en reservas artificiales (dique Las Pirquitas) y su posterior distribución hacia aguas abajo en donde se han venido estableciendo zonas de riego desde principios de siglo.

A continuación, se observa un cuadro resumen de la variable precipitación ocurrida en los años 1996, 2006, 2017 y 2018 (**Tabla N° 6**).

AÑO	PRECIPITACIÓN MENSUAL (mm)											
	Ener	Feb	Marz	Abr	May	Jun	Jul	Agos	Sep	Oct	Nov	Dic
1996	98,3	26	44	23,7	2	13,8	0	0	11	24,2	45,8	58,4
2006	72,1	33,8	5,7	19,2	0	7,1	0	0	0	26,5	49,4	48
2017	54,1	67,9	83,5	61	2,3	1,6	3,8	1,3	22,4	21,3	0	115,3
2018	74	111,2	2,6	13,1	3,7							

Tabla N° 6: Cuadro resumen de registros estadísticos de precipitaciones en milímetros. Años: 1996-2006-2017 y 2018. Fuente: Estación INTA – Catamarca Sumalao (EMC).

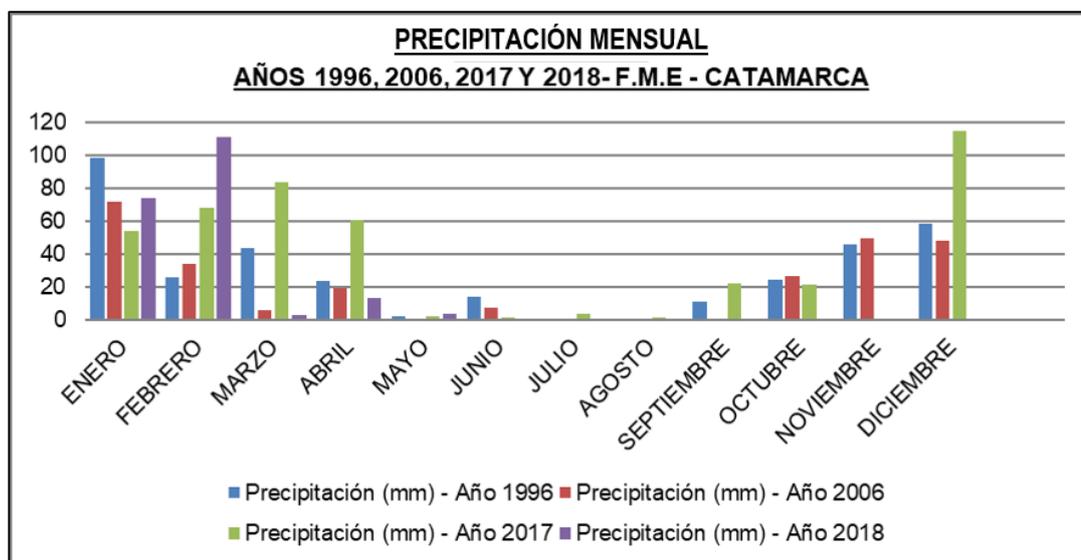


Figura N° 9: Precipitación mensual a partir de datos del tiempo de los años 1996, 2006, 2017 y 2018, en Fray Mamerto Esquiú.

Tal como se observa en la gráfica (**Figura N° 9**), el año más lluvioso es el 2017, que tiene como meses de mayores precipitaciones: enero, febrero, marzo, abril y diciembre, los meses más secos corresponden a mayo, junio, julio, agosto, septiembre, octubre y noviembre.

Se muestran, además, las precipitaciones mensuales para los años: 1996, 2006, 2017 y 2018, destacando el mes de febrero de este último año donde se registró una intensa tormenta eléctrica, acompañada de granizo y fuertes ráfagas de viento sur que llegaron a los 90 km por hora. Se desató pasadas las 6:00 horas de la mañana del 17 de febrero de 2018, dejando distintos sectores de Capital, Valle Viejo y Fray Mamerto Esquiú totalmente inundados, además de causar la caída de árboles y postes del tendido eléctrico.

El régimen de precipitaciones determinado en el presente estudio no difiere de los obtenidos en trabajos de investigación consultados. El comportamiento típico de las precipitaciones en el Valle central de Catamarca, de acuerdo a las medidas de los acumulados para el año 2017 muestra un máximo principal en el mes de diciembre, lo que se corresponde con los meses de estación húmeda en nuestra provincia, pero supera la media establecida por la Estación INTA – Catamarca Sumalao (EMC).

Según fuentes de investigación, se registraron crecidas importantes en el Rio del Valle en los años 1996, 2006, 2017 y en el mes de febrero de 2018, y coincide con los periodos de máximas precipitaciones registradas.

En las **Figuras N° 10 y N° 11**, se pueden observar las consecuencias que ocasionan estas lluvias torrenciales en las vías de comunicación, como así también en viviendas y cultivos de la zona.

De acuerdo con los datos proporcionados por la estación meteorológica ubicada en el Centro Administrativo del Poder Ejecutivo (CAPE), cayeron hasta el mediodía 93,2mm. que sumado a los 18mm que se registraron, sumó 111,2 mm de agua caída y superó la media prevista para este mes, que es de 68mm. El fenómeno trajo aparejado un descenso de temperatura de 26° a las 6:55 a 19° a las 7,22 horas, o sea, que en menos de media hora descendió 7°, posteriormente la máxima alcanzó los 28, 4°.

La cantidad de milímetros caídos en pocas horas superó el promedio de los últimos 22 años para el mes, que es de 68,4mm, y en los primeros 15 minutos la precipitación fue alta, porque llovió más de 45mm. (Fuente:<https://www.elancasti.com.ar/info-gral/2018/2/18/intensa-tormenta-elctrica-acumul-pocas-horas-362303.html>).



Figura N° 10: Fotografía de la inundación sobre RP 41, ingreso a Av. Ramón Rosa López, en la localidad de San Antonio, Dpto. Fray Mamerto Esquiú.



Figura N° 11: Fotografía de la inundación sobre RP 41, en la localidad de San Antonio, Dpto. Fray Mamerto Esquiú.

4.1.2.2. TEMPERATURA

La temperatura es una de las magnitudes más utilizadas para describir el estado de la atmósfera. De hecho, la información meteorológica que aparece en los medios de

comunicación casi siempre incluye un apartado dedicado a las temperaturas: Se sabe que la temperatura del aire varía entre el día y la noche, entre una estación y otra, y también entre una ubicación geográfica y otra. En invierno puede llegar a temperaturas bajo 0° C y en verano superar los 40° C.

A continuación, en las **Tablas N° 7, 8, 9 y 10** que figuran en **CAPITULO 7 - ANEXO 1-A**, se pueden visualizar las temperaturas máximas, medias y mínimas registradas para los años 1996, 2006, 2017 y 2018; a continuación, se observa su representación a través de climogramas.

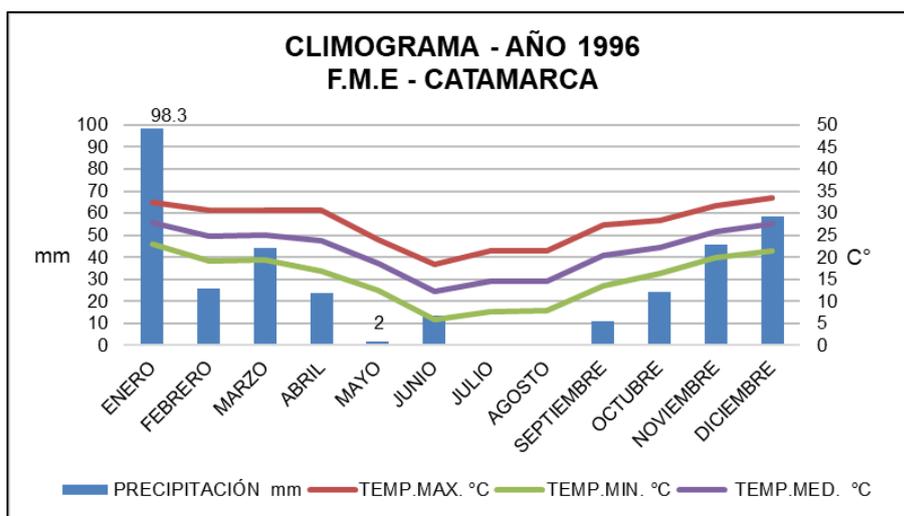


Figura N° 12: Climograma donde se grafica el nivel de precipitación mensual, y la temperatura mensual, año 1996.

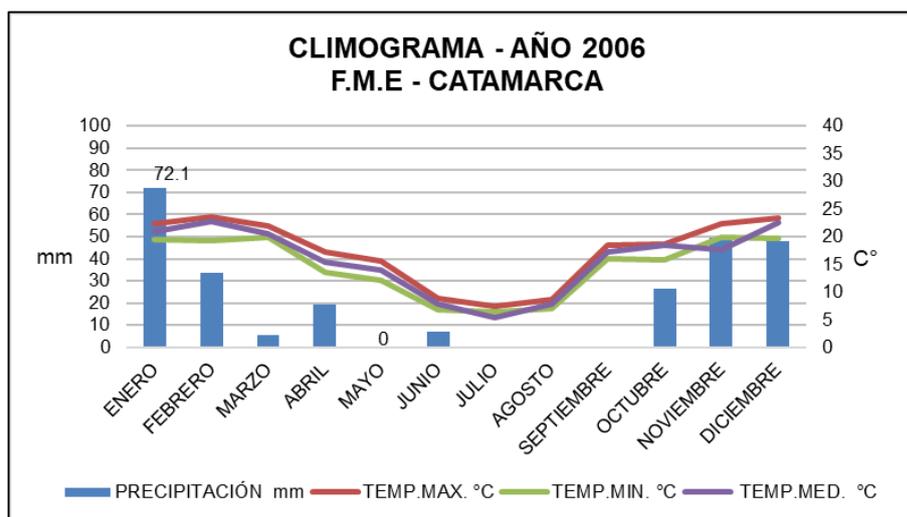


Figura N° 13: Climograma donde se grafica el nivel de precipitación mensual, y la temperatura mensual, año 2006.

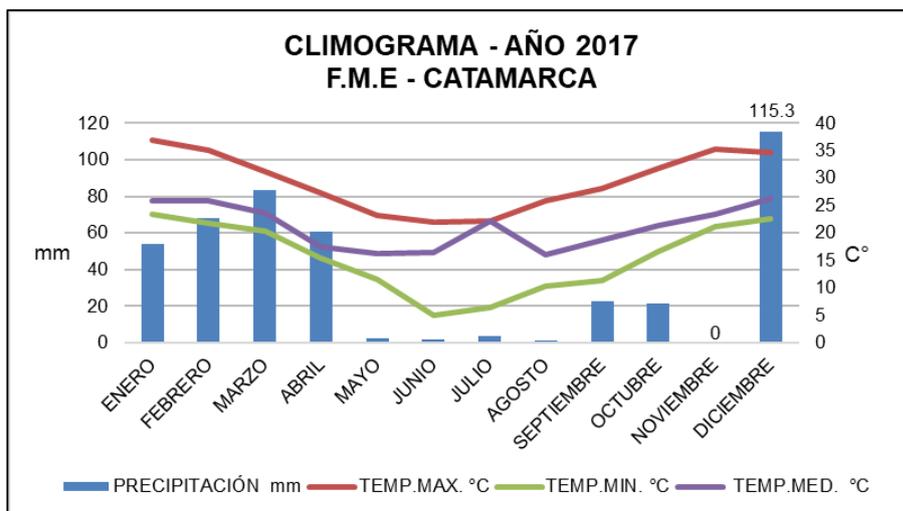


Figura N° 14: Climograma donde se grafica el nivel de precipitación mensual, y la temperatura mensual, año 2017.

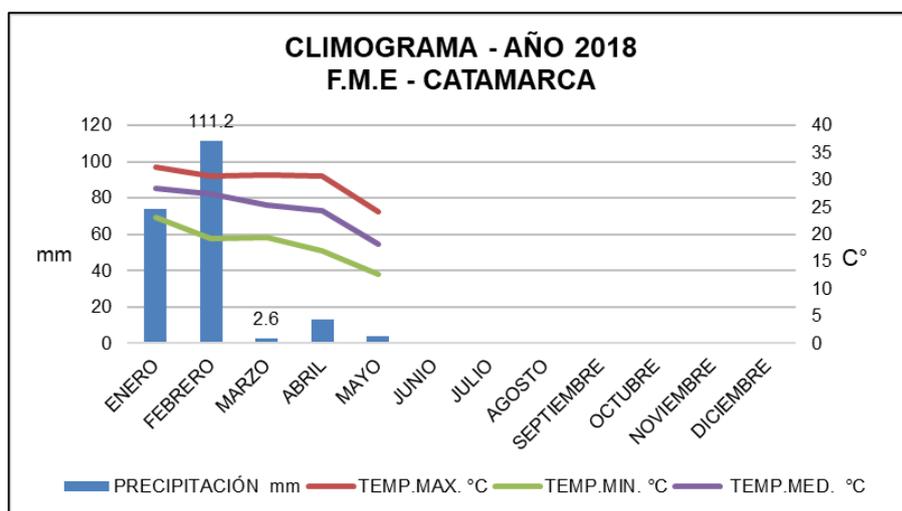


Figura N° 15: Climograma donde se grafica el nivel de precipitación mensual, y la temperatura mensual, año 2018.

En las **Figura N° 12, 13, 14 y 15** se representan los valores medios de la temperatura del aire, así como, los valores mínimos y máximos mensuales para cada mes de los años analizados.

En la **Figura N° 14** se pueden observar las tendencias para el año 2017, considerado el más lluvioso. Las temperaturas medias mensuales, representadas con la línea de color verde, muestra una leve pendiente descendente en los meses de junio y julio, ascendiendo nuevamente en el mes de agosto. El mínimo valor de temperatura media (16,1 °C) se registró en el mes de agosto, como consecuencia de la menor amplitud dentro de la muestra. Este mes constituyó uno de los meses más fríos del año analizado.

Entre los meses de junio y julio, se encuentran los valores mínimos más bajos del año, con el mínimo absoluto –representado con la línea de color amarilla- en el mes de junio con una magnitud de 5,1 °C.

El máximo absoluto de la temperatura –representado con la línea de color naranja- tuvo lugar en el mes de enero con un valor de 37 °C, el máximo de los valores medios, tuvo lugar en el mes de diciembre y alcanzó una magnitud de 26,3 °C. En el caso de las temperaturas máximas es claramente apreciable una tendencia al aumento en los meses de enero, febrero y diciembre.

El mes más frío dentro del año objeto de estudio fue junio con una temperatura promedio de 5,1 °C, seguido del mes de julio con un valor medio de 6,5 °C. Por su parte el mes más cálido corresponde a marzo con una temperatura promedio de 23,7 °C.

Las temperaturas mínimas medias mensuales presentan en este estudio un comportamiento similar al descrito por diversos autores, en general entre los meses de junio y julio se encuentran los valores mínimos más bajos del periodo, con el mínimo que varía entre -1,5 °C y 5°C de magnitud. Estos estudios han abarcado diversos periodos de tiempo, coincidiendo todos en un descenso de temperatura en los meses de junio y julio, alcanzando los valores mínimos, para luego iniciar un ascenso en el mes de septiembre. Las máximas temperaturas alcanzadas en el periodo analizado se registraron en los meses de enero, febrero y diciembre, donde es claramente apreciable una tendencia al aumento de la curva.

4.1.2.3. HUMEDAD RELATIVA

En las **Tablas N° 11,12, 13 y 14** que figuran en **CAPITULO 7 - ANEXO 1-A**, se adjuntan datos de Humedad máxima, media y mínima registradas para el Dpto. Fray Mamerto Esquiú.

Al igual que en el caso de la temperatura, se registra la variable humedad relativa (**Figuras N° 16, 17, 18 y 19**), para el año 2017 se observan valores altos de humedad media en el mes de junio, entorno al 69,9 %, disminuyendo en el mes de noviembre donde tienen lugar los valores medios mínimos del periodo analizado (36,6 %), la humedad media se registró en el mes de noviembre (43,4%).

Los valores máximos absolutos de humedad se observan en el mes de junio con un valor de 94,5 %, mientras que los valores mínimos absolutos de humedad se registraron en el mes de septiembre con un 49,2%.

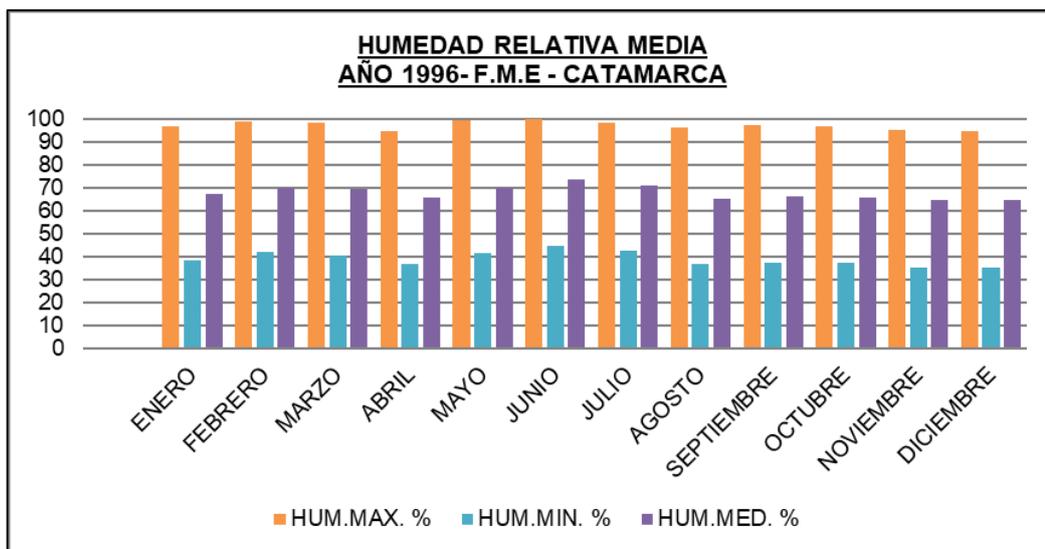


Figura N° 16: Gráfica de la variable humedad relativa, perteneciente al año 1996.

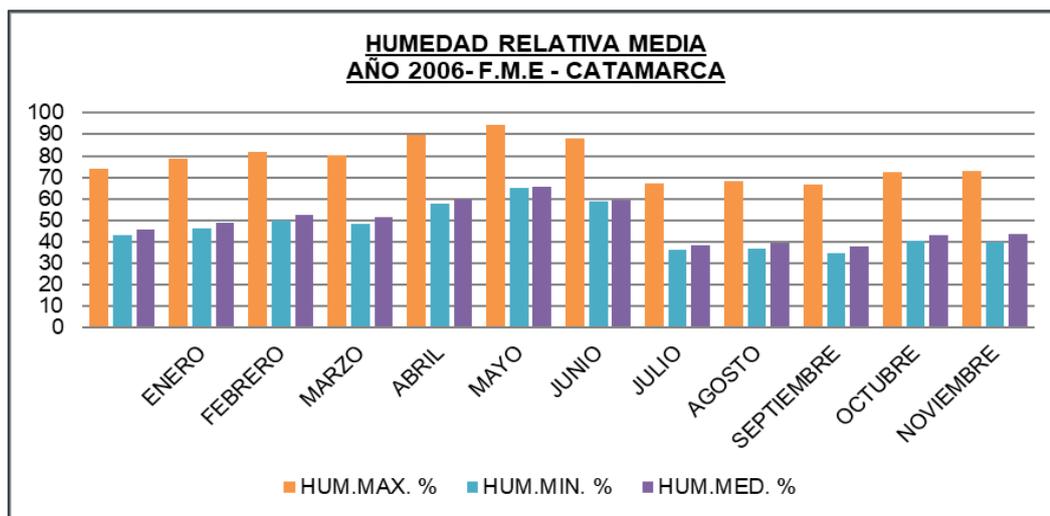


Figura N° 17: Gráfica de la variable humedad relativa, perteneciente al año 2006.

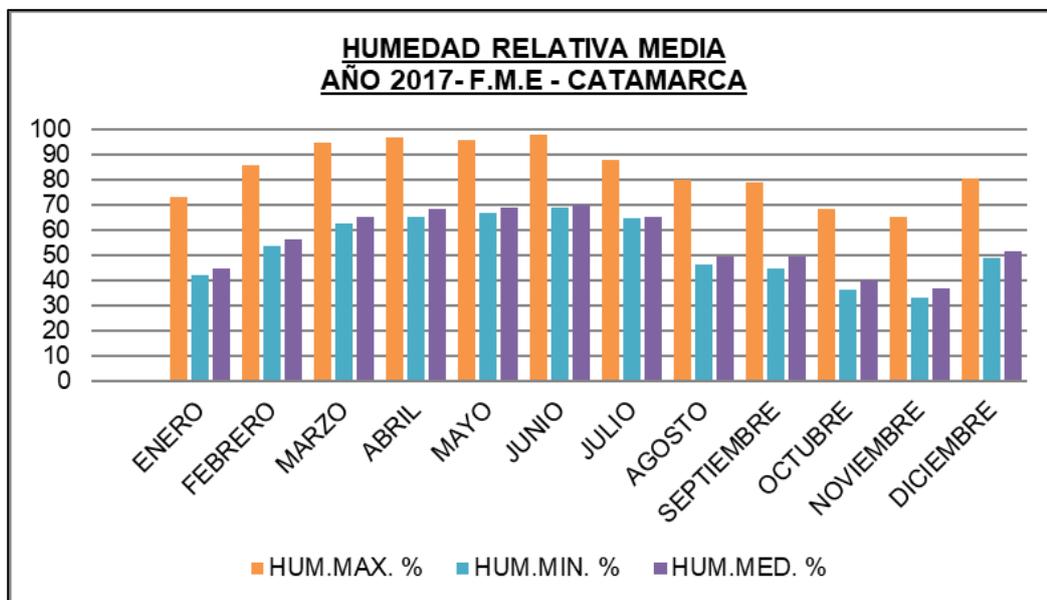


Figura N° 18: Grafica de la variable humedad relativa, perteneciente al año 2017.

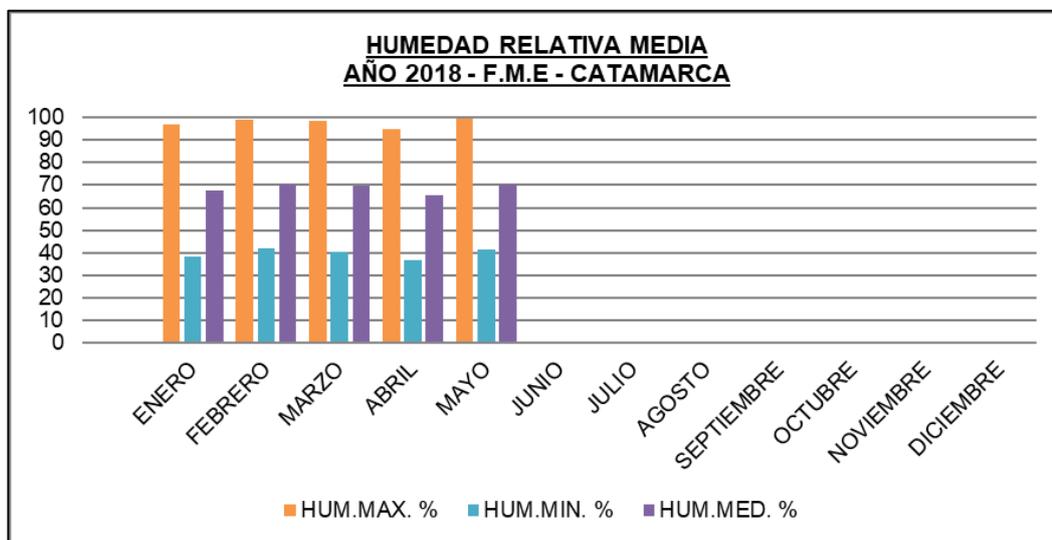


Figura N° 19: Grafica de la variable humedad relativa, perteneciente al año 2018.

En la **Figura N° 18**, se observan los valores máximos absolutos de humedad para el Dpto. Fray Mamerto Esquíú en el año 2017, se observan en el mes de junio con un valor de 94,5 %, mientras que los valores mínimos absolutos de humedad se registraron en el mes de septiembre con valores que varían entre un 10% y un 15%. En los meses de mayo, junio, julio, agosto, septiembre y octubre la humedad relativa del ambiente llega a valores de hasta 9% durante las horas de mayor insolación.

4.1.2.4. VELOCIDAD DEL VIENTO

El viento es el movimiento natural del aire atmosférico. El sentido en que se mueve puede ser vertical; de ascenso y descenso, o bien horizontal, que es el más importante de los dos, especialmente al nivel de suelo donde solo son posibles los movimientos paralelos al terreno. El viento horizontal se define por dos características: la dirección y la velocidad.

La dirección es el rumbo del cual procede el viento, por lo tanto, un viento Noreste es un viento que está soplando del Noreste. La dirección se determina de acuerdo con los 8 o 16 rumbos la Rosa Náutica, a partir del Norte geográfico.

Cuando se trata de mediciones más precisas, como los sondeos en la atmosfera libre, se usan los grados sexagesimales de 1° a 360°, contando del Norte hacia el Este.

La dirección de los vientos se mide con la ayuda de una veleta o anemoscopio, la cual debe girar sobre su eje. Es preciso que la veleta esté perfectamente vertical y que su orientación respecto del Norte geográfico sea precisa.

La velocidad del viento, se mide en metros por segundo, en kilómetros por hora o en nudos. Para conocer la velocidad media del viento es preciso determinar la media en un intervalo de 10 minutos; para ellos se utilizan anemómetros y anemógrafos, lo últimos registran en una gráfica los cambios de la velocidad del viento.

Se adjuntan **Tablas N° 15, 16 y 17** en **CAPITULO 7 - ANEXO 1-A** de datos estadísticos correspondientes a la velocidad de los vientos. A continuación, se pueden observar los gráficos correspondientes a los años 1996, 2006 y 2017, no se grafican para el año 2018 por falta de registro de datos en la estación meteorológica.

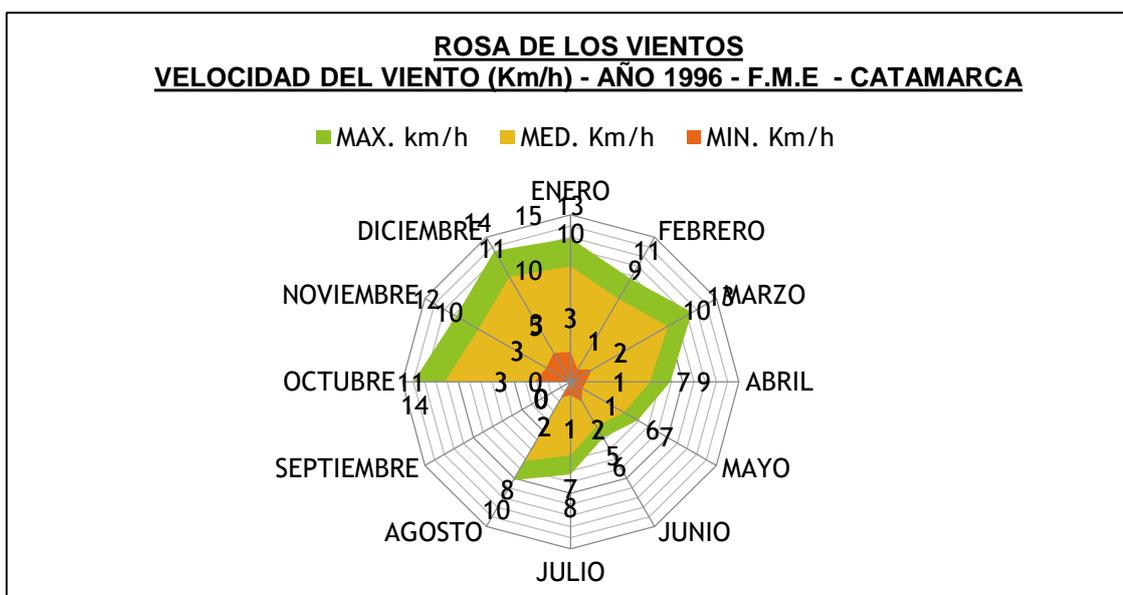


Figura N° 20: Grafica de valores máximos, mínimos y media de la velocidad del viento, perteneciente al año 1996.

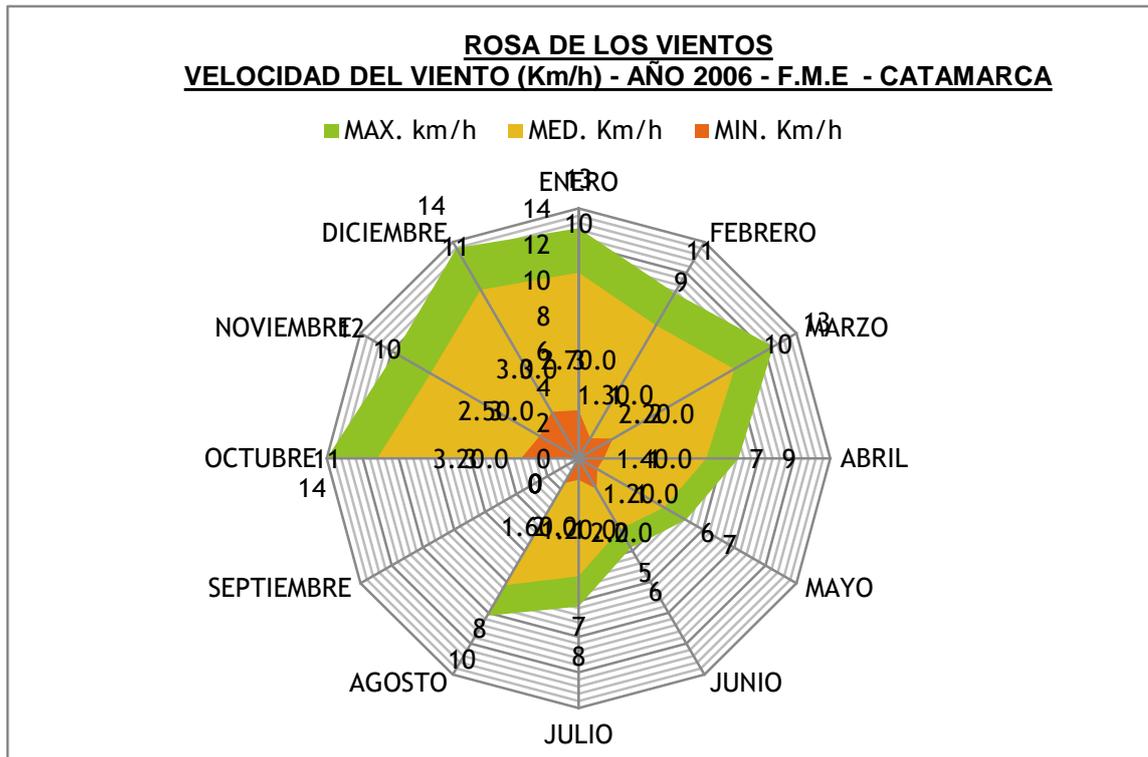


Figura N° 21: Grafica de valores máximos, mínimos y media de la velocidad del viento, perteneciente al año 2006.

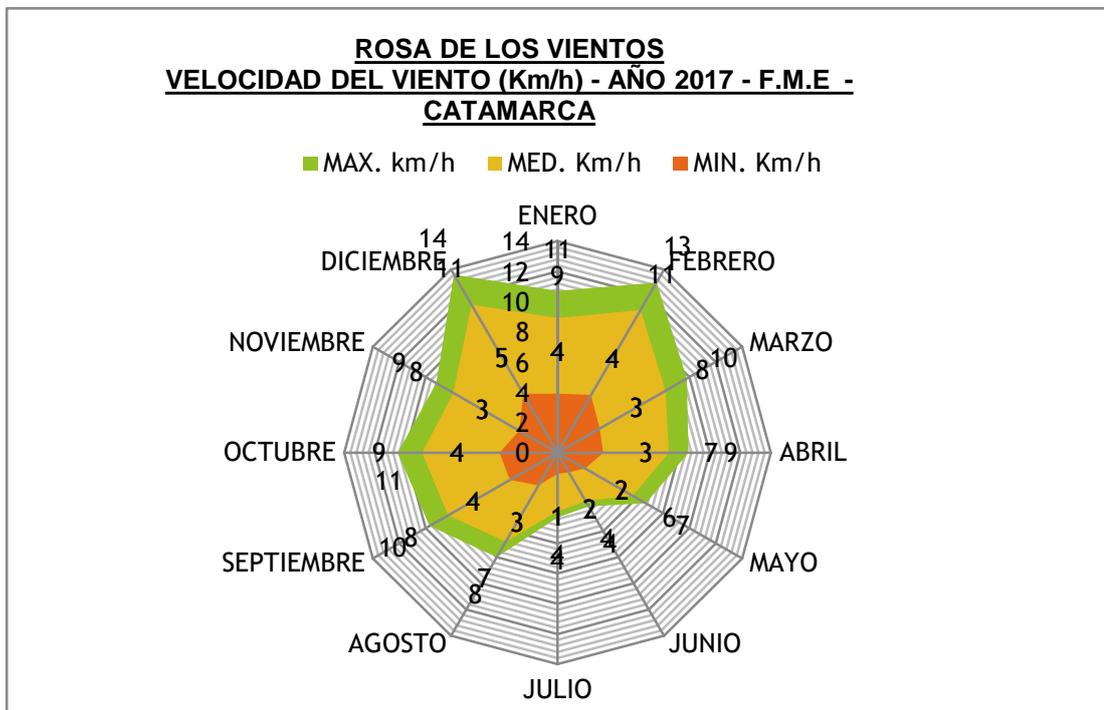


Figura N° 22: Grafica de valores máximos, mínimos y media de la velocidad del viento, perteneciente al año 2017.

La zona de estudio está influenciada por vientos locales cálidos y secos, de corta duración conocido como viento zonda. Además, es un área influenciada por vientos alisos del nordeste lo que define en general la dirección dominante.

La ocurrencia del viento, es casi constante, procedente del cuadrante Noreste durante el mayor número de meses del año, registrándose con mayor frecuencia en el mes de agosto, donde se registran periodos de ocurrencia de este fenómeno de hasta siete días. Respecto del viento que sopla del cuadrante Sur, se presenta como un estado atmosférico atípico en el Valle Central de Catamarca, ingresa al mismo por el extremo sur mediante sistemas frontales, acompañados de inestabilidad atmosférica generando precipitaciones. Durante su paso la velocidad del viento supera los 70 km/h, poniendo en riesgos a los sectores de la población más vulnerables. El máximo absoluto de la velocidad de los vientos para el periodo analizado tiene un valor de 14,0 km/h, y tuvo lugar el mes de octubre, las velocidades mínimas se registraron con una magnitud de 1,2 km/h se obtuvo en los meses de mayo y julio para el año 1967, mientras que para el año 2017 no se registraron valores para la velocidad del viento en la Estación INTA – Catamarca Sumalao (EMC).

4.2. GEOLOGÍA

Tal como lo expone la Hoja Geológica 2966 – II, San Fernando del Valle de Catamarca a escala 1:250.000 de Blasco *et al.* (1994), el Dpto. Fray Mamerto Esquiú se encuentra ubicado dentro de la provincia geológica de Sierras Pampeanas Noroccidentales, constituidas por un Basamento Metamórfico, de edad precámbrica-paleozoica inferior.

La estructura de sierras Pampeanas ha sido caracterizada por González Bonorino, (1950), quien las consideró un sistema de montaña en bloque, limitadas por fallas inversas de alto ángulo. Describiendo a las fallas como lístricas, horizontalizándose en profundidad al encontrar transiciones frágil-dúctiles dentro de la corteza. Dicha interpretación fue confirmada por otros autores que estudiaron estos bloques. Se muestran en la actualidad como bloques entrecortados, erosionados y cubiertos por sedimentos de edad cuaternaria.

El estrecho valle de Fray Mamerto Esquiú, se encuentra flanqueado por las sierras de Graciana y Fariñango. De acuerdo a investigaciones realizadas en el área de estudio se caracterizan por un basamento metamórfico definido por Larrovere *et al.* (2009), como Complejo metamórfico ígneo El Portezuelo (CMIEP). El CMIEP, integrado por migmatitas, gneises y esquistos, concordantes con la roca de caja, de alto grado de metamorfismo, de edad Precámbrico – Paleozoico inferior. Los gneises migmatíticos presentan una textura bandeada o lit par lit, los esquistos gnéisicos o micacitas gnéisicas destacan una textura de tipo venoso, compuestos por cuarzo, plagioclasa, biotita, sillimanita y/o cordierita. Este autor indica que las migmatitas, los gneises y esquistos evidencian un cambio transicional en el grado de metamorfismo sufrido por la roca. Las migmatitas son los principales constituyentes de este complejo, diferenciándose en metatexitas y diatexitas, estando en mayor proporción las primeras.

Los depósitos sedimentarios que yacen en el Dpto. Fray Mamerto Esquiú, corresponden a materiales aluviales pocos consolidados de piedemonte, caracterizados por rocas fanlomerádicas de acuerdo al concepto de Polanski, (1966). En la planicie aluvial del Fariñango yace un material fino eólico retransportado o retrabajado, que Fidalgo, (1965) identificó como "limos parecidos a loess". Todos estos materiales pueden observarse sobre las barrancas de los principales cursos de agua que bajan del tronco montañoso y cortan dichos depósitos. Los materiales modernos, correspondientes al acarreo de los principales cursos de agua, que son traspasados al colector principal, el Río del Valle.

Los antecedentes más directos de la geología del área de estudio corresponden a; González Bonorino (1978), Nullo (1981), Aceñolaza y Toselli (1977, 1981, 1983), Fidalgo (1965), Merea Llanos (1981) y Eremchuk (1997), estos aportes se tuvieron en consideración como base para la cartografía elaborada. La información fue enriquecida a partir de la interpretación de fotografías aéreas, imágenes satélites y controles de campo. Se identificaron las unidades que conforman el substrato geológico del departamento Fray Mamerto Esquiú de la provincia de Catamarca. La cartografía se presenta a escala 1:50.000, a los fines de cumplir con los objetivos específicos de identificar y describir las unidades geológicas de la zona de estudio y para una mejor visualización de las unidades geológicas se adjunta en el apartado **CAPITULO 7 - ANEXO 1 - B.**

4.2.1. ESTRATIGRAFÍA

Las rocas predominantes corresponden a un Basamento metamórfico de edad Precámbrica-Paleozoica inferior que conforma el relieve del Departamento Fray Mamerto Esquiú, ocupando los cuadrantes Norte y Oeste de la zona de estudio. Los gneises bandeados, migmatitas y esquistos inyectados afloran en las sierras de Graciana y Fariñango, ocupando las cumbres y el borde Oeste de estas sierras. Las pegmatitas intruyen a las metamorfitas y, se las encuentra fundamentalmente en las sierras de Graciana. El resto del área la ocupan sedimentos poco consolidados asignados al Cuaternario, producto de la erosión del substrato metamórfico.

4.2.1.1. PRECÁMBRICO - PALEOZOICO INFERIOR

Sobre la base de los antecedentes existentes y las observaciones de campo, el Basamento Metamórfico que aflora en el distrito del Departamento Fray Mamerto Esquiú es asignado a dos unidades diferentes. No se pudo distinguir en las fotografías aéreas, ni tampoco se encontró en afloramientos, los cuerpos graníticos del tipo leptometamórficos equivalentes a la Formación Divisaderos (Nullo, 1981).

a) COMPLEJO METAMÓRFICO ÍGNEO EL PORTEZUELO (CMIEP) - LARROVERE ET AL., 2011

Antecedentes

Definido como CMIEP por (Larrovere *et al.*, 2011), Consiste en un complejo metamórfico – migmatítico descrito por (Aceñolaza y Toselli, 1977), (Aceñolaza *et al.*, 1983), que aflora en el borde Occidental de la sierra de Ancasti. Se extiende hacia el Oeste en la zona en estudio cubriendo las sierras de Graciana y Fariñango. Esta unidad fue reconocida por (González Bonorino, 1978) como "Esquistos inyectados y migmatitas" y como Formación Los Divisaderos por (Nullo, 1981), que incluye en ella pegmatitas y cuerpos leptó o postectónicos de composición granítica. Los cuerpos pegmatíticos están presentes en el área de estudio.

Relaciones de campo

Los afloramientos de esta unidad se distribuyen en el sector Oriental del área de estudio, más específicamente en la sierra de Graciana y en el sector Occidental de la sierra de Fariñango. Hacia el Sur y Sudeste está cubierta por sedimentos cuaternarios. No fue posible identificar las pegmatitas que afloran en el área de estudio, por medio de los documentos aerofotográficos ni de imágenes satelitarias, las mismas se ubican sobre la sierra de Graciana, según datos obtenidos de la Hoja 14f, de San Fernando del Valle de Catamarca.

Litología

Integrado por migmatitas, gneises, esquistos y numerosos cuerpos menores de granitoides concordantes y en forma subordinada por calcosilicatos y mármoles. Las migmatitas tienen continuidad litológica con los gneises y esquistos, evidenciando un cambio transicional en el

grado metamórfico (Larrovere *et al.*, 2011). Las migmatitas constituyen la principal litología del CMIEP, comprendiendo una faja de extensión regional con dirección Norte-Sur conformada mayormente por metatexitas del tipo estromatítico y en menor medida por diatexitas. Una foliación regional S2 es definida a partir de la estructura bandeada (mesosoma, melanosoma, leucosoma) de las metatexitas estromatíticas con dirección NNO-SSE y N-S, y buzamientos ENE y E respectivamente. En gneises y esquistos, S2 está definida por una foliación metamórfica o bandeado diferenciado con dirección NO-SE y N-S, y buzamiento hacia el NE y E respectivamente. El CMIEP fue producto de un metamorfismo regional desarrollado a los ~ 477-470 Ma. durante la Orogenia Famatiniana; (Larrovere *et al.*, 2011).

Corresponden a esquistos gnéisicos, gneises bandeados y de ojos, el neosoma es de tipo granitoideo de composición tonalítica a granodiorítica mientras que el paleosoma es del tipo migmatítico. Las pegmatitas identificadas en el distrito minero Fray Mamerto Esquiú, se ubican en la sierra de Graciana, mineralógicamente se caracterizan por su riqueza en moscovitas e intruyen rocas migmatíticas y esquistos gnéisicos con rumbos norte - sur e inclinaciones suaves.

Edad

Estas rocas fueron ubicadas en el Paleozoico inferior por (Nullo, 1981), criterio mantenido por (Blasco *et al.*, 1994). (Aceñolaza y Toselli, 1981). En la sierra de Graciana; (Lottner, 1983) atribuye al Paleozoico Inferior - Ordovícico Medio, los emplazamientos pegmatíticos.

Observaciones de campo

Se observó un afloramiento de migmatitas heterogéneas o metatexitas, ubicado en la localidad de Las Pirquitas bajo las coordenadas S 28°16'22,8"; W 65°44'15,6". Las migmatitas constituyen las rocas de mayor extensión areal en la zona. Se pueden visualizar en las **Figuras N° 23, 24, 25 y 26.**

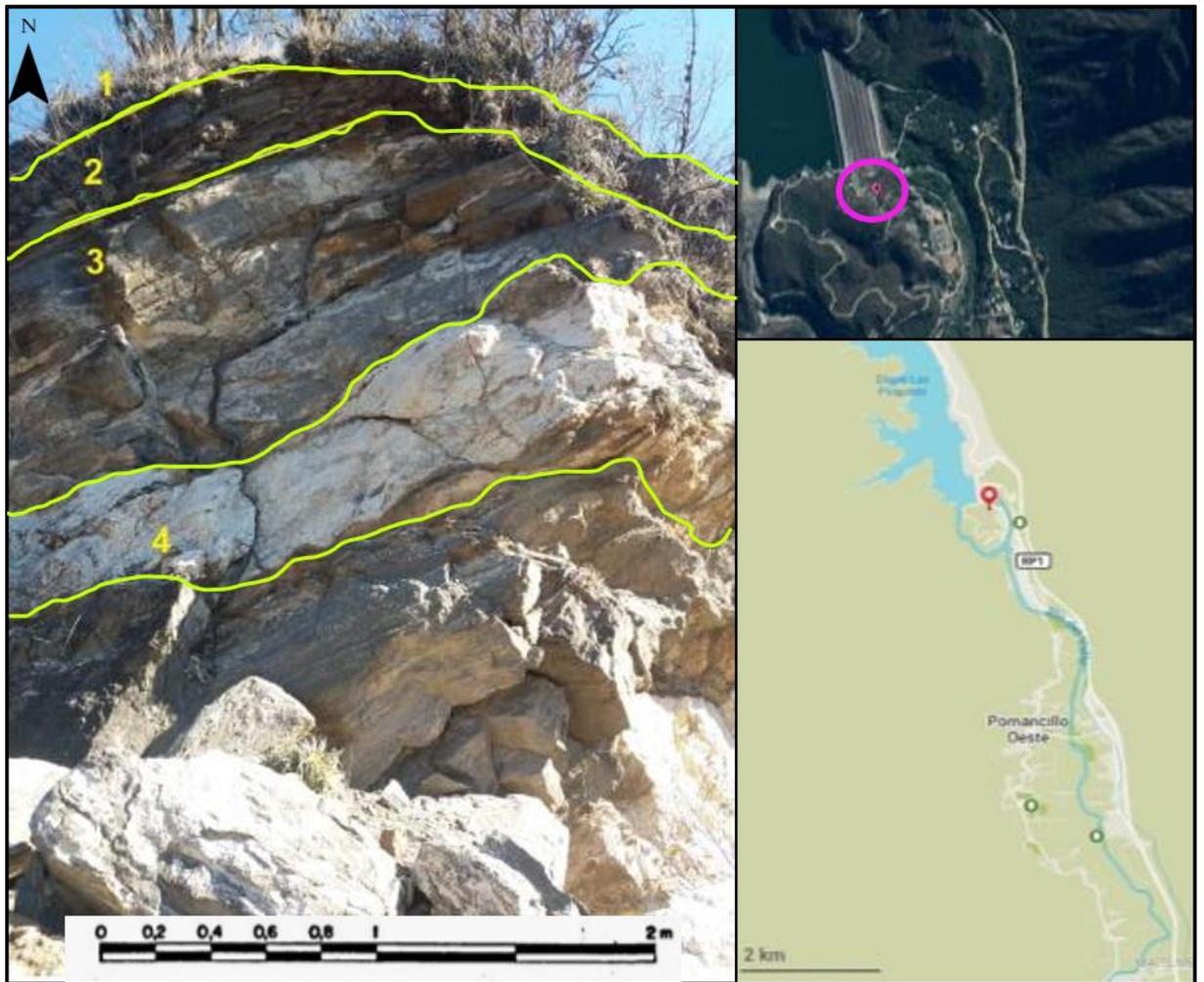


Figura N° 23: Afloramiento de migmatitas: 1 y 2 identificado como suelo, 3–Metatexita y 4 –Cuerpo tabular, granitoide, sintectónico.

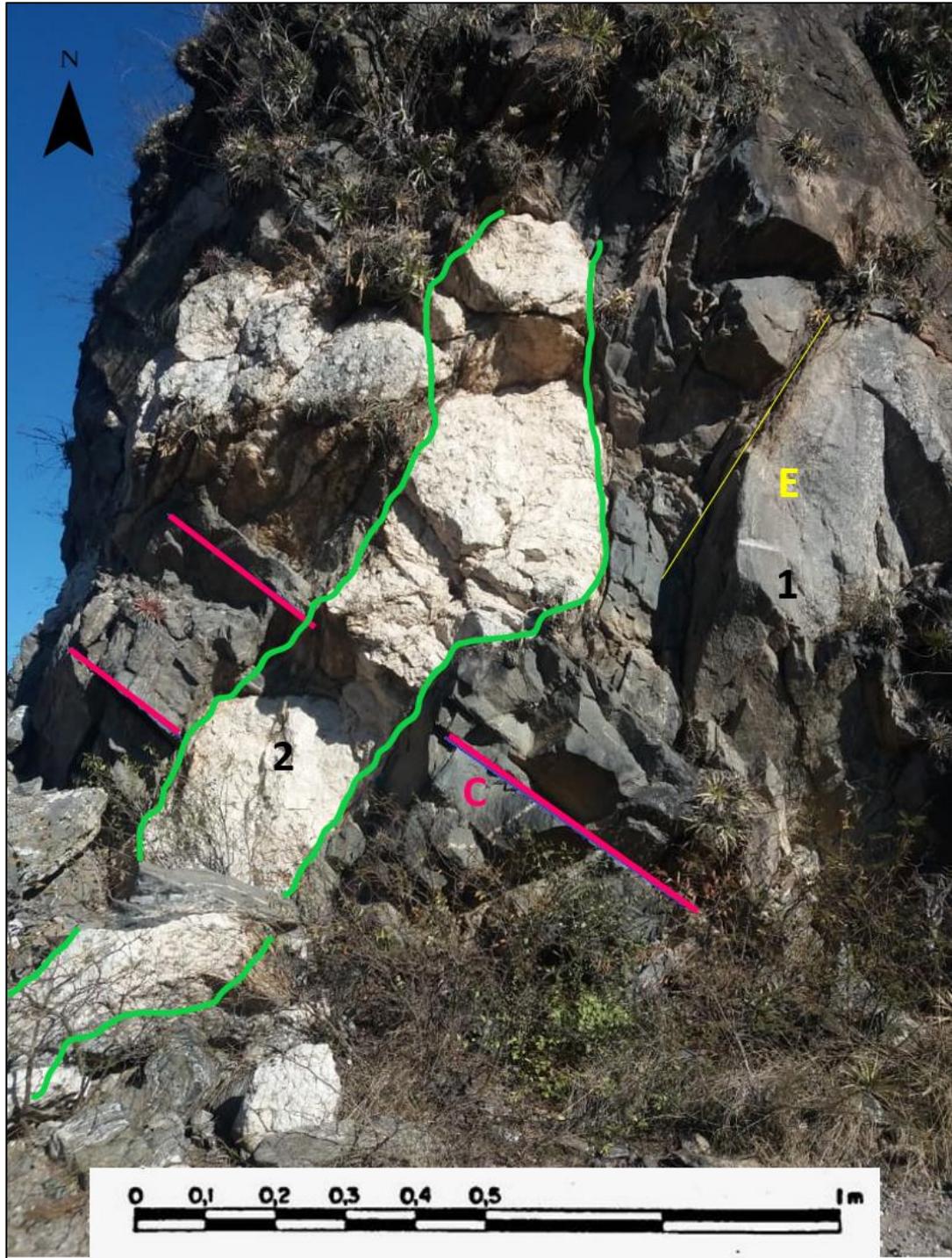


Figura N° 24: Afloramiento de migmatitas: 1- identificado como metatexita; 2- identificado como cuerpo tabular, granitoide, sintectónico; C- Clivaje (edad posterior al cuerpo tabular); E- Esquistosidad.



Figura N° 25: Fotografía de metatexita.



Figura N° 26: Fotografía de metatexita con marcada deformación, donde se observan micropliegues.

4.2.1.2. CENOZOICO

Los depósitos sedimentarios que cubren el estrecho valle del Dpto. Fray Mamerto Esquiú, flanqueado por las sierras de Fariñango y Graciana, corresponden a materiales aluviales pocos consolidados de piedemonte, facies de arenas y gravas, caracterizadas por Polanski, (1966) en la geología antigua, como rocas fanglomerádicas. En el fondo de la depresión de Fariñango yace un material fino eólico retransportado o retrabajado, que Fidalgo, (1965) identificó como "limos parecidos a loess". Todos estos materiales pueden observarse sobre las barrancas de los principales cursos de agua que bajan del tronco montañoso y cortan dichos depósitos. Los materiales modernos, correspondientes al acarreo de los principales cursos de agua, son traspasados al colector principal, el Río del Valle.

Holoceno

a) Formación Coneta (Nullo, 1981).

Antecedentes

Se debe a (Nullo, 1981) el nombre de esta unidad que corresponde a geoformas del segundo nivel de piedemonte, (Merea Llanos, 1981) también restringe esta denominación al segundo nivel pedemontano, al igual que (Blasco *et al.*, 1994). Ambas poseen, en su parte distal, sedimentos finos de carácter aluvial interdigitados con aportes de limos eólicos, sin perder la continuidad en el desarrollo de la geoforma.

Relaciones de campo

La Formación Coneta, en el área de estudio, se desarrolla a partir de la desembocadura de los principales cursos de aguas que bajan de la cumbre del Graciana. Se pueden observar en el cuadrante Oriental de la zona de investigación, más específicamente sobre el piedemonte Occidental de la sierra de Graciana, el único lugar en el que afloran dentro del Dpto. Fray Mamerto Esquiú.

Litología

La característica de los depósitos es el predominio de facies de arenas y gravas en la parte media y apical de las geoformas, su parte distal corresponde a arenas finas limosas y limos arenosos. La fracción gruesa está compuesta por elementos provenientes de las rocas metamórficas del área de aporte; Complejo Metamórfico Ígneo El Portezuelo (Larovere *et al.*, 2011). Las observaciones de campo, muestran una estratificación tipo lenticular. La sedimentación es grano decreciente, desde tamaño de bloques en la zona en contacto con la montaña, hasta arenas finas y limos en los contactos con la depresión de la sierra Graciana o sobre los depósitos del Río del Valle. La composición de la fracción gruesa, gravas medias a gruesas y bloques de hasta 1,5 m en la zona de contacto con el tronco montañoso, corresponden a filitas, gneises, esquistos bandeados y rodados de migmatitas o migmatitas granitoideas. Una de las características principales que la diferencian de los depósitos similares, del primer nivel y de los acarreo modernos, es la presencia de una pátina de

carbonato de calcio en sus rodados, que no presentan alteración. La matriz varía entre arenosa a limosa también posee una pseudocementación de carbonato de calcio.

Edad

(Nullo, 1981) la asigna al Pleistoceno s. I. (Blasco *et al.*, 1994) la ubica en el Holoceno y de acuerdo a la interpretación regional, por parte de (Sayago, 1999) como Holoceno medio. No se tienen suficientes elementos para una mejor datación.

Observaciones de campo

La **Figura N° 27** corresponde a un afloramiento de Formación Coneta. Se puede observar la presencia de clastos frescos con una pátina de carbonato de calcio, esta unidad está ubicada sobre RP 41 camino a Villa las Pirquitas, bajo las coordenadas S 28°16'0,04", W 65°44'1,92", con una potencia aproximada de 2,00 m.

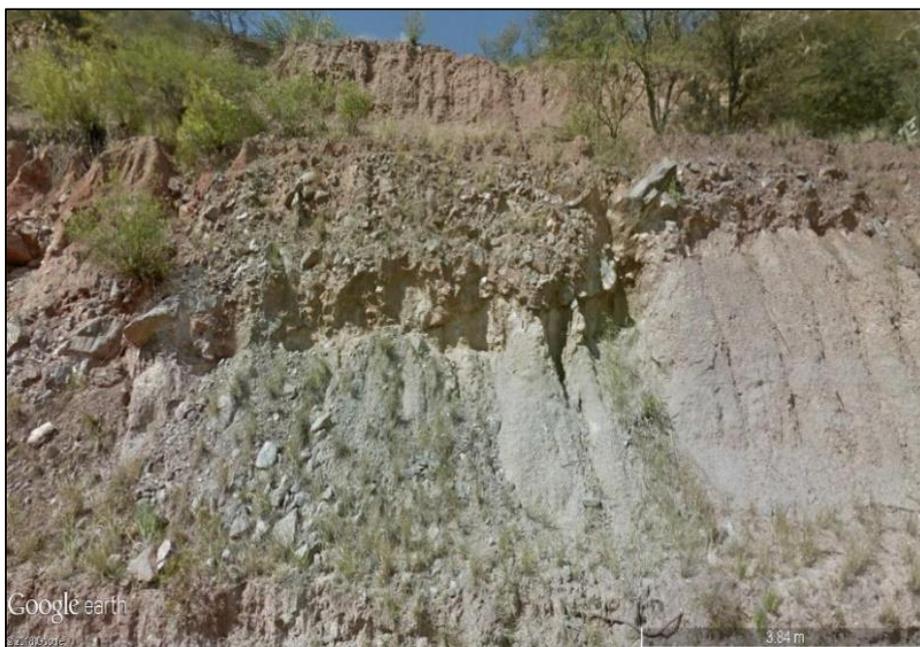


Figura N° 27: Fotografía de la Formación Coneta ubicada en la localidad de Las Pirquitas, sobre margen derecha de RP 1.

b) Formación Paclín (Merea Llanos, 1981).

Antecedentes

(Merea Llanos, 1981), agrupa bajo este nombre a los depósitos que (Fidalgo, 1966) llamó "Limos parecidos a Loess" y a sedimentos limo - arenosos con intercalaciones de gravas finas.

Por otro lado, (Nullo, 1981) y (Blasco *et al.*, 1994) describen a esta unidad junto a otros depósitos de gran extensión areal en la Hoja 14f de San Fernando del Valle de Catamarca, bajo el título de Depósitos Aluviales. En este trabajo se incorporan los materiales de gravas

y arenas gruesas de pie de sierra que circundan la depresión al norte de la ciudad de Catamarca, como así también los ubicados sobre el faldeo oriental de la sierra de Fariñango.

Relaciones de campo

Esta unidad aflora en el Dpto. Fray Mamerto Esquiú, en la planicie del Fariñango, como depósitos de fondo en el estrecho valle, que se extienden sobre los bordes serranos y hacia el Sur continúan, hasta la desembocadura del arroyo Fariñango en el Río del Valle. Si se tiene en cuenta el área tipo en donde (Merea Llanos, 1981) describe esta unidad y su distribución espacial en el Valle de Catamarca, se interpreta que parte de estos depósitos fueron originados por la denudación de los bloques serranos de Graciana y Fariñango. Por otro lado, sobre el sector obsecuente del bloque Fariñango, se han generado facies de arenas y gravas por la acción de una serie de torrentes paralelos que erosionan la escarpa de falla de dicha sierra. Estos depósitos son incorporados a esta unidad, considerando que se han formado coetáneamente con los sedimentos del lado consecuente de aquellos bloques serranos y son identificados como Formación Paclín; (Merea Llanos, 1981).

Litología

En la zona de estudio, la litología varía entre sedimentos limosos en la margen occidental de la estrecha depresión tectónica, hasta arenas finas y limos arenosos, en contacto con la sierra de Fariñango se interdigitan en superficie con facies de arenas y gravas, compuestos de rodados predominantes de migmatitas y gneises bandeados. Los espesores visibles de esta unidad alcanzan a unos 3 metros, en la sierra de Fariñango.

Edad

Esta unidad fue ubicada por (Merea Llanos, 1981), (Nullo, 1981) y (Blasco *et al.*, 1994) en la edad Holoceno Superior. Desde el punto de vista de su génesis, es posible pensar que parte de ellos, sobre todo los que se encuentran dentro de la depresión, podrían ser más antiguos, (Fidalgo, 1965) los identificó como "limos parecidos a loess".

c) Formación Río del Valle (Merea Llanos, 1981).

Antecedentes

Es (Merea Llanos, 1981) quién propone esta denominación, que agrupa a las geoformas de agradación generadas por este curso de agua. Tanto (Nullo, 1981) como (González Bonorino, 1978) y (Blasco *et al.*, 1994), han prestado poca atención a la descripción de los depósitos generados por el Río del Valle, que se extienden longitudinalmente por el centro de la depresión del Valle de Catamarca.

Relaciones de campo

Sus afloramientos se extienden sobre el borde oriental del área de estudio, en una franja de orientación Norte - Sur a ambos lados del Río del Valle. Hacia el Oeste, limitan en forma interdigital con los depósitos de las Formaciones Paclín y Los Perea, (Merea Llanos, 1981).

Litología

Estos sedimentos, que forman dos terrazas o niveles de agradación del Río del Valle, poseen espesores visibles de hasta 4 m. La superior está compuesta de una sección inferior predominantemente de grava gruesa a mediana, con matriz areno - gravosa que varía entre 1,5 a 2,2 m de espesor y una sección superior con predominio de arenas gruesas a finas con lentes limo - arenosos a limosos. La inferior es predominantemente areno gravosa fina con espesores de hasta 1,20 m; pueden encontrarse en su parte superior 10 a 20 cm. de una capa limo arcillosa, correspondiente al material que dejan las aguas después de las crecidas, (Eremchuk *et al.*, 1998).

Edad

(Merea Llanos, 1981) la ubica en la parte superior del Cuaternario. Si se tiene en cuenta la génesis de sus geoformas probablemente la "terrazza superior" sea parcialmente coetánea con la Formación Paclín, ya que un talud de erosión del Río del Valle corta los depósitos de esta unidad, ubicados sobre el piedemonte Oriental de la sierra de Fariñango y en la parte Sur, esta terraza limita la extensión de los depósitos aluviales provenientes del pie de monte. Los sedimentos correspondientes a la terraza inferior en la interpretación regional de (Sayago, 1999), es asignada a la parte alta del Holoceno superior.

Observaciones de campo

La unidad se extiende sobre el borde occidental del área de estudio, en una franja de orientación Norte-Sur a ambos márgenes del Río del Valle. Limita en forma interdigital con los depósitos de la Formación Paclín (Merea Llanos, 1981).



EPOCA	UNIDAD	NIVELES DE TERRAZA	ESPESOR (m)	LITOLOGÍA
HOLOCENO SUPERIOR (MERA LLANOS, 1981)	FORMACIÓN RÍO DEL VALLE	INFERIOR (T1)	2,20	
		SUPERIOR (T2)	4	

REFERENCIAS	
	Arena Gravosa Fina
	Grava Gruesa

Figura N° 28: Perfil de la Formación Río del Valle. Localidad de Las Pirquitas, Dpto. Fray Mamerto Esquiú.

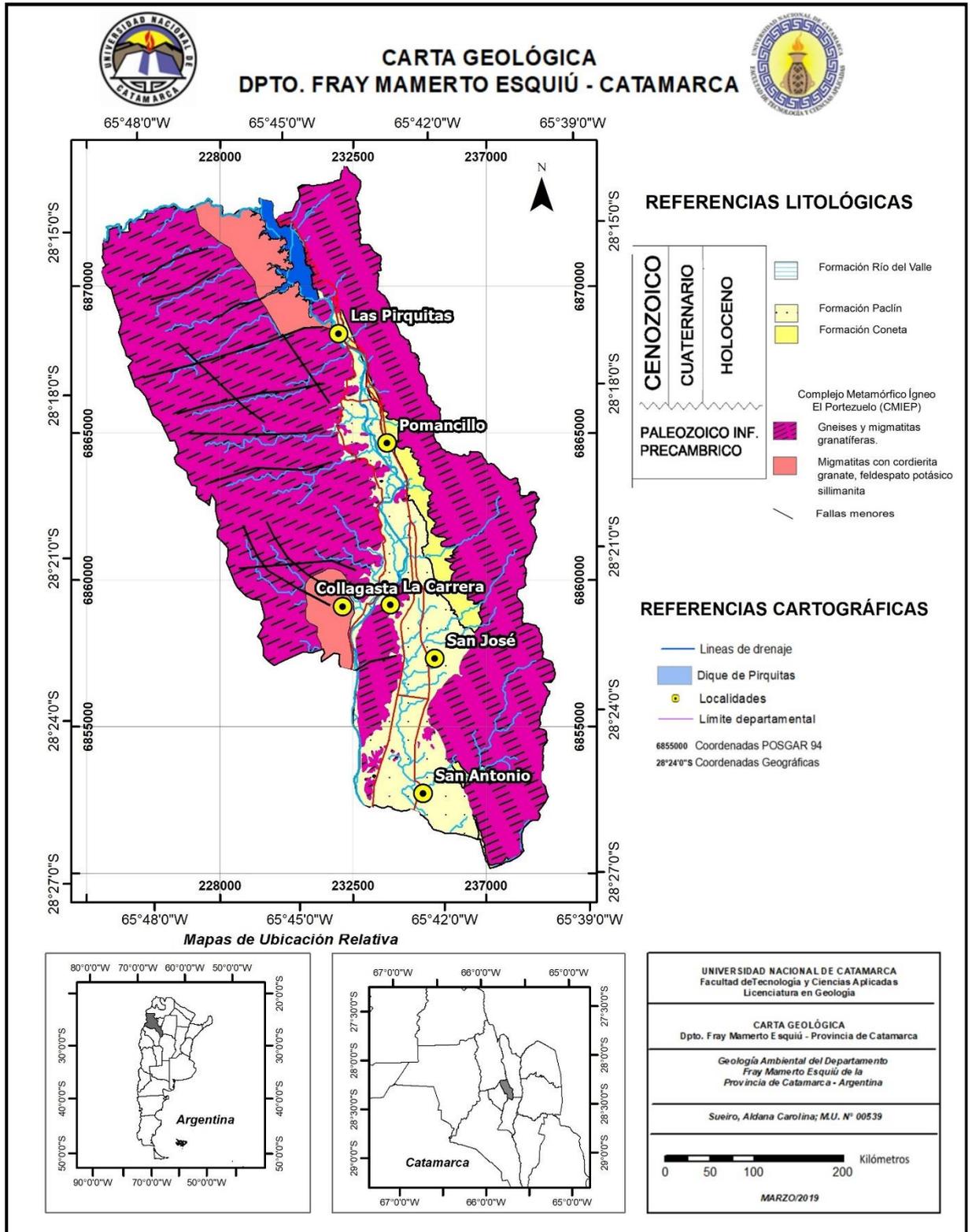


Figura N° 29: Carta geológica – Dpto. Fray Mamerto Esquiú, Provincia de Catamarca. Se puede consultar en formato A3 en Anexo 1-B.

4.3. GEOMORFOLOGÍA

La morfología actual se debe a la orogenia Andina durante el Cenozoico y posterior modelado de los agentes erosivos que han actuado durante el Cuaternario, así el agua, viento, nieve, hielo, descomposición química y mecánica de las rocas han actuado y continúan modelando el relieve para darle la forma que podemos observar hoy.

El sitio de estudio es una llanura formada, desde el punto de vista geomorfológico, de dos piedemontes, una al Este asociada a la sierra Graciana, muy aterrizada; y la otra, más modesta, que colinda con la sierra de Payahuaico, parte de la ladera oriental de la sierra de Fariñango, y separadas a la vez por el río del Valle, y otros afloramientos rocosos menores. La intercepción de una zona de coalición de geofomas pedomontanas genera una llanura ligeramente disectada por líneas de escurrimiento, con una gran cantidad de afloramientos rocosos los cuales, en cierto modo, la cierran hacia el Norte y Sur.

El modelado del territorio del área de estudio se debe a la dinámica del clima sobre un sustrato geológico de rocas cristalinas, que ha generado geofomas asociadas a procesos erosivos dominantes en las áreas serranas y formas agradacionales en las depresiones de origen tectónico.

Se han identificado a las unidades geomorfológicas de acuerdo a los procesos dominantes que les han dado origen, (**Figura N° 30**). Para una mejor visualización se adjunta en formato A3 en **CAPITULO 7 – ANEXO N°1-C**.

4.3.1. LADERAS DENUDACIONALES

Toda el área serrana de la región responde a condiciones estructurales sumamente simples. Sierras y cuencas internas tienen forma longitudinal. El relieve se caracteriza por la integridad de los cordones, con líneas de cumbres horizontales por la erosión, salvo algunos cursos antecedentes, lo que evidencia un ascenso reciente.

La sierra de Graciana, continuación directa de la de Balcozna, es de asimetría menos marcada y su inclinación es hacia el Este. La línea de cumbres es pareja en todo el recorrido, pero hacia el Sur del Dpto. Fray Mamerto Esquiú, la incisión alcanza cierto grado en las cabeceras de las quebradas, debido a la mayor sequedad del clima.

La sierra de Fariñango, prolongación de la sierra de Humaya, es paralela a Graciana, enmarcando ambas la quebrada del Río del Valle. Su perfil es también visiblemente asimétrico y cruzado por profundas quebradas antecedentes.

La incisión del drenaje sobre las laderas del relieve montano afecta directamente a las rocas del Basamento metamórfico, lo hace en forma diferencial y totalmente controlado por los elementos estructurales presentes, (fallas, diaclasas y esquistosidad). Esta unidad posee las pendientes más elevadas del área de estudio, las laderas umbrías son las mayores en pendiente y sobrepasan los 20° y las solanas se encuentran en el rango entre 5° a 20°. Es de destacar la existencia de marcadas dislocaciones en las sierras de Gracián y Fariñango, lo que determina la formación de bloques enmarcados por fallas.

4.3.2. PLANICIE FLUVIO - EÓLICO

Se encuentra desarrollada entre los depósitos de las sierras de Graciana y Fariñango y la planicie fluvial del Río del Valle. Se trata de una superficie de escasa pendiente en sentido sur, cubierta por una espesa capa de material limo-arenoso fino, reconocida por otros autores como Limos parecidos a Loees por (Fidalgo, 1966) y como Formación Paclín por (Meras Llanos, 1981).

4.3.3. CONOS ALUVIALES

En el borde Occidental de las sierras de Graciana se puede observar la formación de una coalescencia de conos aluviales cortados por el Río del Valle, constituidos por materiales angulosos donde no existe una estratificación diferenciada debido a la gran pendiente. Estas formaciones no son lugares de emplazamiento humano y están cortados por la RP 1 al Norte del Dpto. Fray M. Esquiú.

Las observaciones de campo muestran que, la sedimentación es granodecreciente, cuya composición de la fracción gruesa, gravas medias a gruesas y bloques de hasta 1,5 m en la zona de contacto con el tronco montañoso de la sierra de Graciana, corresponden a filitas, gneises, esquistos y rodados de migmatitas. Una de las características principales que los diferencian de los depósitos similares, del primer nivel y de los acarreo modernos, es la presencia de una pátina de carbonato de calcio en sus rodados, que no presentan alteración. La matriz varía entre arenosa a limosa también posee una pseudocementación de carbonato de calcio.

(Nullo, 1981) asigna estos depósitos al Pleistoceno, (Blasco *et. al;* 1994) los ubica en el Holoceno y de acuerdo a la interpretación regional, por parte de (Sayago, 1999), como Holoceno medio.

4.3.4. TERRAZAS FLUVIALES

Las terrazas fluviales son antiguos lechos de inundación de los ríos y arroyos. Forman superficies subhorizontales, alargadas en dirección paralela al eje fluvial. El Río del Valle ha desarrollado dos niveles de terrazas bien definidas que afloran en forma discontinua a lo largo de su recorrido.

En el tramo Norte, el Río del Valle presenta a ambos lados, dos niveles de terrazas, mediando aproximadamente dos metros entre cada una de ellas. También se observan depósitos eólicos a ambos lados del Río, formados por médanos de diseño alargado y con orientación Noreste-Suroeste.

La terraza superior está constituida por grava con mezclas de arena media a fina y limosa, alcanza gran desarrollo y potencias superiores a los 4 m, posee gran extensión areal, principalmente sobre la margen izquierda del Río del Valle.

La terraza inferior es discontinua, alcanza una potencia máxima de aproximadamente 2,20 m y está integrado por arenas finas, escasamente consolidadas. En general, las potencias de

ambos niveles disminuyen hacia el sur. La mayor parte de sus depósitos se encuentran sobre la margen derecha del Río del Valle, (Collantes, 1988).

4.3.5. LECHO DEL RÍO DEL VALLE

El Río del Valle, antes de llegar al dique Las Pirquitas en el sector Norte del Dpto. Fray Mamerto Esquiú, en la localidad de Pomancillo, recibe sus más importantes afluentes, los ríos de Las Juntas y Ambato ya descriptos, en las localidades de Los Puestos y La Puerta. Al Norte de Pomancillo, la quebrada se ensancha, debido a una falla transversal, que ha determinado también la incisión de una profunda quebrada que baja desde el Oeste. Al sur de Pomancillo, el caudal del Río del Valle corresponde al módulo regulado que escurre desde el vertedero de la presa y que es utilizado ten gran parte para dotar al complejo de riego del sistema de Pirquitas. Antes de llegar a La Carrera, abandona el valle principal, gira hacia el Suroeste y se introduce en la estrecha depresión tectónica que separa la sierra de Fariñango de la sierra de Payahuaico. Este comportamiento particular del Río del Valle se debería al empuje de los conos de deyección correspondientes a la sierra Graciana. Al terminar la sierra de Fariñango, el río desvía al Suroeste, y pasa a corta distancia de la ciudad de Catamarca, tomando luego rumbo meridiano, ya fuera del área de estudio.

Por otro lado, el lecho del Río del Valle se manifiesta como una faja serpenteante de material gravo -arenoso. El tramo Norte, constituye un cauce que divaga ligeramente encajonado. Su ancho varía entre los 100 a 150 m y discurre sobre el borde oriental de la sierra de Fariñango. Hacia el Sur el lecho se ensancha notablemente, llegando a los 250 m, la granulometría del material disminuye de grava mediana a fina y arenosa, el agua se insume y el cauce se torna seco.

Los depósitos transitorios, discontinuos, estrechos y alargados, que jalonan la trayectoria del río se acumulan en las sinuosidades que describe, su espesor visible alcanza 1,20 m. Están formados por gravas y arenas, no consolidadas, sin cubierta edáfica ni vegetativa. Durante la época de crecientes son inundados, cubiertos por restos vegetales y una capa de material fino que, durante el invierno, cuando la acción eólica es importante, dicho material tiende a ser removido, especialmente en el sector Sur.

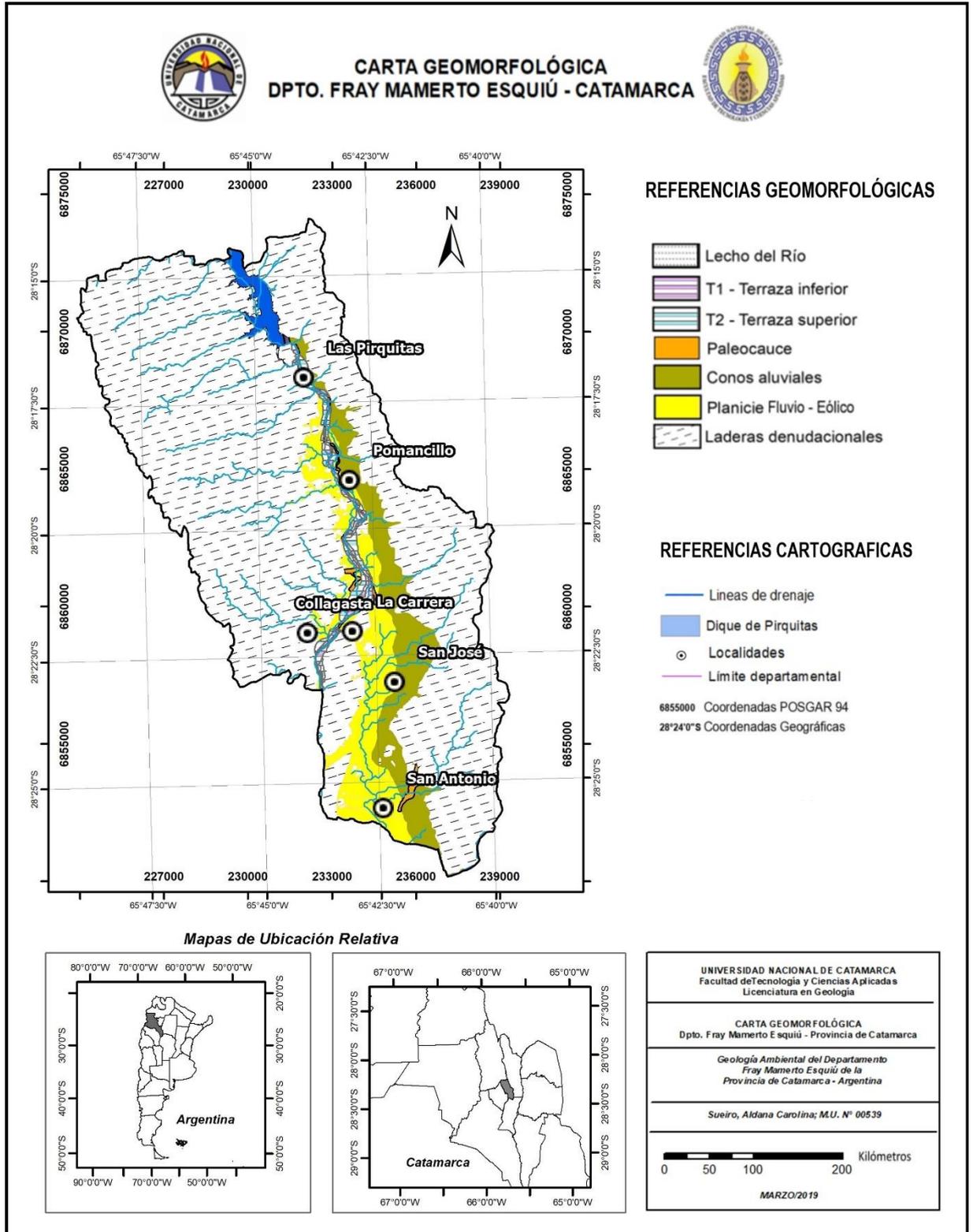


Figura N° 30: Carta geomorfológica – Dpto. Fray Mamerto Esquiú, Provincia de Catamarca. Se puede consultar en formato A3 en Anexo 1-C.

4.4. RECURSOS MINEROS

El Dpto. Fray Mamerto Esquiú tuvo su esplendor, con la minería cuando se extraía mica de Mina Carahuay I, ubicada en el distrito minero Fray Mamerto Esquiú, en la sierra de Graciana.

Litología

Los cuerpos pegmatíticos enriquecidos en moscovita están alojados en un complejo metamórfico – migmatítico, constituido por gneises granulosos y migmatíticos, como así también esquistos gnéisicos y micacitas gnéisicas. Partes estos cuerpos emplazados en los distritos se han atribuido al Ordovícico (Lottner, 1983), más específicamente al Paleozoico Inferior – Ordovícico Medio. Estas pegmatitas se ubican además dentro del ciclo geológico Famatiniano, perteneciente a la fase Guandacol.

Las pegmatitas se emplazan con un rumbo predominante meridional, con desviaciones menores a 15° y buzamientos variables desde posiciones subhorizontales hasta verticales. Son concordantes y discordantes respecto a la esquistosidad del Basamento metamórfico. Estas pegmatitas son producto de la cristalización fraccionada de líquidos magmáticos inyectados en fracturas (Herrera, 1964).

Generalmente son cuerpos con zonalidad asimétrica variable y simétrica en menor medida, tipo monoaxial, en las que se diferencian zonas marginales, externas, intermedias y de núcleo. Las zonas marginales de grano medio a fino, contienen, plagioclasas, moscovita, microclino y cuarzo. La zona externa está constituida por cuarzo, microclino y plagioclasa, toda la mica comercial provenía de esta zona. En la zona intermedia predominan microclino y cuarzo, acompañados por micas, cuyos tamaños decrecen. El núcleo está compuesto por cuarzo macizo, generalmente en forma de lentes irregulares, observándose en algunos casos, bolsones de moscovita. La moscovita se presenta en tamaños variables, llegando a medir espadas de hasta dos metros en algunas minas del distrito, en la **Tabla N° 18** se mencionan los principales depósitos de mica en el Dpto. Fray Mamerto Esquiú.

Potencialidad

Estos yacimientos en su mayoría se encuentran inactivos, han sido explotados al pirqueneneo y desarrollados sin planificación previa, lo que, junto a las variables negativas del mercado, dificultan su economicidad, a pesar de que solo se han recuperado menos de 50% de mica de corte (Acosta *et al.*, 1988). La evaluación económica realizada por estos autores brinda expectativas interesantes para el distrito Fray Mamerto Esquiú.

Minas que integran el Distrito Fray Mamerto Esquiú

PROVINCIA	N° Y NOMBRE DEL DISTRITO	MINERAL EXPLOTADO	N° Y NOMBRE DE LA MINA
CATAMARCA	VII FRAY MAMERTO ESQUIÚ	MOSCOVITA	53. PYAHUAICO
			54. CARAHUAY I
			55. LA TUCUMANA
			56. LOS NICHOS

Tabla N° 18: Principales depósitos de moscovita en el Dpto. Fray Mamerto Esquiú. Fuente: Hoja 14f de San Fernando del Valle de Catamarca

En la ficha-mina de los principales yacimientos de la Hoja 14f de San Fernando del Valle de Catamarca, se describe el depósito de Payahuaico de moscovita, cuya morfología se describe como un depósito de pegmatita de rumbo Norte-Sur, inclinación subvertical hacia el Oeste, longitud de 310 metros, profundidad media de 14 metros y máxima de 18 metros. La mineralogía del depósito está integrada por moscovita como mineral de mena, acompañada de feldespato potásico y cuarzo como ganga. La roca de caja la constituyen gneises, migmatitas, esquistos inyectados, pertenecientes a la unidad formacional El Portezuelo; Formación Ancasti (Miembro El Portezuelo); Formación Los Divisaderos.

Se puede observar 40 metros de laboreo. En sectores Norte y Occidental hay socavones cortos y un pique. Mineralización de edad Paleozoico Inferior. Ordovícico Medio (*Acosta et al., 1988*).

La mano del hombre se pone de manifiesto en gran medida por la extracción incontrolada de áridos.

4.5. USOS DEL SUELO.

4.5.1. ASPECTOS EDAFOLÓGICOS

Los cordones montañosos de Graciana y Fariñango están separados por una estrecha depresión estructural de escasa profundidad y pocas dimensiones, formando valles que se caracterizan por su relieve plano. Estos valles se han aprovechado para posibilitar el asentamiento de la población, la actividad agrícola y ganadera, característica en el Dpto. Fray Mamerto Esquiú.

Esta depresión, en último término es ocupada casi completamente por el Río del Valle, más o menos a la altura de Las Pirquitas, el cual es el principal colector de las aguas de todo este sistema orográfico. En este último punto y hacia el Sur, los troncos serranos van dejando paso paulatinamente al relieve más llano, primeramente, muy inclinado y luego cada vez más horizontal. Este relieve se hará paulatinamente más importante cuanto más se separen tales serranías dando condiciones más aptas de ubicar asentamientos humanos y actividades antrópicas de diverso tipo.

Las zonas llanas, a partir de las serranías van disminuyendo su pendiente y los depósitos aluviales forman suelos cada vez más profundos y de buen desarrollo. El sitio de estudio es una depresión ligeramente cóncava, muy disectada por líneas de escurrimiento, actualmente de tipo esporádica; y alternando una gran cantidad de afloramientos rocosos (que se comunican con las sierras mayores por medio de puentes tipo pedimentos) los cuales, en cierto modo, la cierran hacia el Norte y Sur.

Se han clasificado suelos pertenecientes a los **Ordenes Molisol** y **Aridisol**, Watkins, Pablo Hernán; Roca, Nuria, (1998).

4.5.2 DESCRIPCIÓN Y CARACTERIZACIÓN DEL USO ACTUAL DE LA SUPERFICIE DEL SUELO.

La CARTA ORGÁNICA MUNICIPAL, formulada por el Consejo Deliberante del Departamento Fray Mamerto Esquiú, en su CAPÍTULO IX: "Competencia en materia de planificación del desarrollo urbano"; ARTÍCULO 71º: "Desarrollo territorial. Principios y finalidades": Establece que, *"el municipio desarrolla en forma indelegable una política de planeamiento y gestión del ambiente urbano y rural. Funda la calificación sobre la calidad del suelo mediante valores que determinan su aptitud para el cultivo, desde árido = cero (0) hasta muy bueno = cien (100), determinando su utilización y servidumbre a fin de establecer las áreas determinadas a la edificación y las áreas libres o de aprovechamiento agrícola"*.

Por otro lado, en su ARTÍCULO 74º. "Planificación Urbana": El Código de Planificación Urbana menciona que: *"las áreas destinadas a la construcción de barrios, zonas de reservas, zonas de agricultura y otras de desarrollo industrial. Velará por el respeto de la identidad de la comunidad, determinando medidas mínimas de espacios verdes en cada construcción; medidas éstas que no podrán ser inferior a los cinco metros (5 m.) como mínimo desde la línea municipal hasta la línea de edificación."*

En los loteos que a partir de la sanción de la presente se produzcan, fiscalizando que cada uno de ellos cuente con los respectivos estudios de factibilidad, no solo de construcción sino también de provisión de los servicios públicos esenciales, requisitos éstos que serán condición indispensable para su aprobación. Todo loteo debe garantizar los servicios de luz, agua y la apertura de calles y avenidas para la base. Las áreas técnicas del Departamento Ejecutivo Municipal velarán para que se respeten las normas de construcción que resalten las características locales que conforman la identidad de nuestro pueblo, con fachadas donde se utilicen materiales de construcción naturales de nuestro suelo”.

Con el análisis de normativas vigentes y antecedentes históricos se identificó, además, que el Municipio de Fray Mamerto Esquiú no cuenta –o se desconoce- con un Plan de acciones relativas a planificación territorial y urbana y de protección ambiental. Motivo por el cual, en este trabajo se define el uso actual del suelo en el Dpto., desde el punto de vista del medio físico natural, la zonificación de los mismos y una descripción de las principales actividades antrópicas que afectan a la degradación de los suelos.

En este estudio los suelos se clasifican en: suelo urbano, suelo de expansión, suelo rural y suelo rústico. En la **Figura N° 31** se identifican las principales características físicas de los terrenos y sus condicionantes para la urbanización dividiendo al Dpto. en tres circuitos: Norte, Centro y Sur, que de Norte a Sur se ubican respectivamente los siguientes distritos: Pirquitas, La Carrera, La Tercena, San José de Piedra Blanca, San Antonio, El Hueco, y La Falda de San Antonio. La carta de usos del suelo se anexa en formato A3 para su mayor visualización como **CAPITULO 7 - ANEXO N°1 – D.**

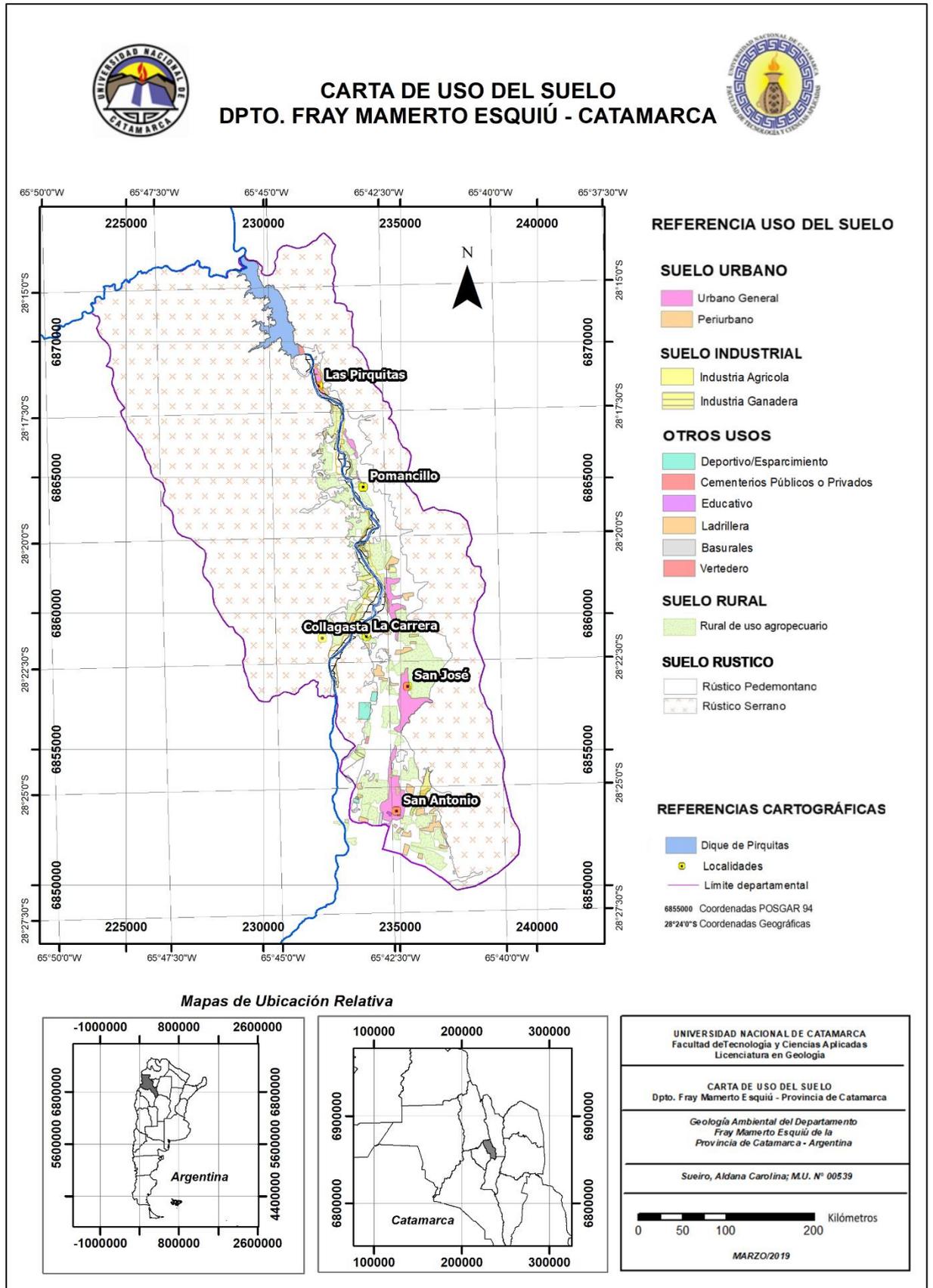


Figura N° 31: Carta de uso del Suelo – Dpto. Fray Mamerto Esquiú. Se puede consultar en formato A3 en Anexo 1-D.

4.5.3. SUELO URBANO

4.5.3.1. Suelo Urbano General

Se define con este nombre a los suelos destinados a usos urbanos y que dispongan de infraestructura vial y redes primarias de acueducto, alcantarillado, energía y con aptitud de ser urbanizados. Entran en esta clasificación áreas densamente edificadas y consolidadas. Comprende las manzanas históricas del Dpto. y su entorno inmediato, posee la mayor densidad poblacional. Los distritos de San José y San Antonio presentan características urbanas más definidas mientras que La Falda de San Antonio, con una población numerosa carece de amanzanamiento y la edificación está más diseminada. Los demás distritos no poseen un núcleo poblacional céntrico, encontrándose las viviendas ubicadas en sentido lineal sobre la ruta y las calles interiores. Esta unidad dispone en su totalidad de red de distribución de agua; las redes de gas y cloacas, se encuentran distribuidas en forma dispersa en el departamento, aun así, el crecimiento demográfico aumenta cada año.

Esta unidad ocupa 280 km², se delimitó siguiendo elementos físicos factibles de localizar y de reconocer en campo como son las vías, cuerpos de agua, topografía natural del terreno, etc., con el propósito de que resulte fácil su restitución.

Estos suelos figuran en la cartografía en color fucsia y están incluidas en esta categoría las construcciones destinadas a hogares, los mismos, pueden observarse en la **Figura N° 32** y en formato A3 en el **CAPÍTULO 7 – ANEXO 1 - E**.



Figura N° 32: Suelo urbano general.

Condicionantes para la urbanización

Los suelos destinados para el Uso Urbano, no poseen restricciones técnicas, los mismos corresponden a una faja elongada de tierras, entre las sierras de Fariñango y Graciana y las terrazas del Río del Valle, conformando una llanura aluvial cóncava. Giménez., (1999), los clasifica como suelos finos de tipo ML (Limo de baja plasticidad) y SM (Arenas finas Limosas) de poca o ninguna plasticidad y baja compresibilidad, con buenas condiciones de cohesión y estabilidad. Al tratarse de suelos finos, pueden ser ocasionalmente colapsibles, con peligrosidad de subsidencia parcial de la construcción, por pérdidas de agua provenientes de los núcleos húmedos de las viviendas o bien, por desbordes ocasionales de los canales de riego que corren longitudinalmente a la RP 41, con rumbo Norte-Sur.

Los inconvenientes de inundabilidad de la zona son de tipo pluvial: sobre la RP 41 que corre de Sur a Norte uniendo las distintas cabeceras distritales del departamento, constituyéndose en la principal arteria de circulación. En periodos de intensas precipitaciones esta Ruta principal suele inundarse, por lo que se debe desviar el tránsito hacia la Av. María López que corre paralela a la Ruta antes mencionada y las perpendiculares Av. Ramón R. López y calle Luis Beltrán, en el Circuito Sur, mientras que en los Circuitos Centro y Norte no hay antecedentes de inundaciones.

En cuanto a la actividad sísmica el Dpto. se encuentra en zona de peligrosidad moderada. Los núcleos poblados tienen una vulnerabilidad media frente a una amenaza de sismo, las viviendas, no poseen estructuras sismo – resistentes, y la mayoría de ellas son construcciones antiguas que datan de la época colonial, las que resultaron más afectadas en el sismo del día 7 de septiembre de 2004.

4.5.3.2. Suelo Periurbano

Constituye esta categoría las áreas ubicadas dentro del suelo rural, en las que se mezclan los usos del suelo y las formas de vida del campo y la Ciudad.

Esta unidad está constituida por la faja elongada existente entre la Sierra de Fariñango, la RP 1 y las Terrazas del Río del Valle con un rumbo longitudinal Norte – Sur, en el sector medio y Sur de Fray Mamerto Esquiú. El uso del suelo es mixto, urbano y rural, compartiendo las urbanizadas con áreas dedicadas a la agricultura y ganadería en general a escala de minifundio (finca agrícola de extensión muy reducida que dificulta su explotación).



Figura N°33: Suelo de uso periurbano mixto



Figura N° 34: Suelo periurbano de uso administrativo, no agrupado.

Se deben establecer para estas áreas regulaciones tendientes a impedir el desarrollo de actividades y usos urbanos, sin que previamente se surta el proceso de incorporación al suelo urbano, para lo cual deberán contar con la infraestructura de espacio público, vías y servicios públicos requeridos para este tipo de suelo. Estas áreas pueden ser objeto de desarrollo con restricciones de uso, de intensidad y de densidad. Podrán formar parte de esta categoría los suelos correspondientes a los corredores interregionales.

Condicionantes para la urbanización

Esta unidad de uso de suelo se encuentra en un equilibrio, donde se puede observar una amplia zona rural y construcciones urbanas de baja densidad, sobre el eje vial principal como lo es la RP 1, con la actividad rural que caracteriza al resto de la zona. De acuerdo a las investigaciones realizadas el crecimiento urbano aumentará en los próximos años, y de ser así, el municipio debe prestar atención para que este no interfiera con la actividad rural existente en el área.

Giménez., (1999) define a los suelos de este sector en base a estudios geotécnicos, como suelos finos clasificados como SM y ML, sin antecedentes de fenómenos de colapsabilidad de los mismos.

En el sector comprendido entre la RP 1 y la RP 41, en el Circuito Centro y Sur del Dpto. más específicamente en los distritos el Hueco y La Tercena, por sus características de terrenos bajos, presentan problemas de napa freática a poca profundidad lo que provoca el ascenso de sales solubles y de cationes alcalinos (sodio) en intensidades variables, aumentando en superficie. Estos procesos están determinados por las características geológicas y topográficas del área, más propias del subsuelo que de los suelos; y a su vez magnificadas por acciones antrópicas no planificadas en su momento. El uso de estos suelos es reducido, pueden corregirse en un tiempo razonable si se tomaran medidas adecuadas para su tratamiento in situ.

4.5.4. SUELO INDUSTRIAL

Es el uso que corresponde a las edificaciones o parte de ellas que se destinan a la elaboración, transformación, reparación, almacenaje y distribución de productos. En el Dpto. Fray Mamerto Esquiú este tipo de suelo está conformado por distintas zonas que poseen diferentes características, destinadas a uso industrial: agrícola y ganadero.

4.5.4.1. Suelo Industrial Agrícola

Corresponde al desarrollo de actividades de tipo artesanal, comprende labores de fabricación manual, de carácter artesanal, de baja producción y no requiere de tecnologías especiales. Se diferencia del Suelo Rural Agrícola al poseer construcciones destinadas a la transformación de la materia prima en productos, y por encontrarse en cercanías a las zonas urbanas y poseer servicios básicos.

Se destaca la producción de forrajeras para satisfacer la demanda que realiza el sector ganadero para el alimento del ganado vacuno. El sector agrícola ocupa, actualmente, una franja que se extiende de norte a sur en los distritos de La Carrera, La Tercena, San José y San Antonio. Colindante con el Río del Valle y la RP 41. Muchas de estas zonas son improductivas, dado que, en cierta época del año, en invierno, las napas freáticas se tornan superficiales. En la actualidad además de la producción de forrajeras es posible encontrar huertas familiares que satisfacen las necesidades inmediatas de sus miembros y en algunos casos se coloca el excedente en el mercado.

4.5.4.2. Suelo Industrial Ganadero

El ganado vacuno se destaca en importancia ya que el Departamento Fray Mamerto Esquiú es el proveedor principal de leche de la provincia. Le sigue en importancia el ganado caprino y porcino. Se destaca este uso en las localidades de La Carrera y San Antonio -tambo de la familia Segura- donde la cría de ganado vacuno se da especialmente para tambo y en menor escala la cría de cabras, cerdos, conejos y aves de corral son parte de las principales actividades primarias.

4.5.5. OTROS USOS

4.5.5.1. Deportivo/Esparcimiento

La actividad deportiva en el departamento Fray Mamerto Esquiú tiene numerosos adherentes, en personas de distintas edades, los que se centran en clubes distribuidos en todos los distritos.

Estas instituciones, todas con personería jurídica y predios propios, están dedicadas a la práctica de distintas disciplinas deportivas con preferencia el fútbol. Se encuentran afiliados a la Liga Chacarera de Fútbol y participan de competencias provinciales e interprovinciales.

Estos comprenden campos de deportes, instalaciones sanitarias, salones, asadores, piletas de natación para la recreación de sus afiliados, algunos ejemplos son los siguientes: en el distrito La Carrera se encuentra el Club Deportivo La Carrera el cual cuenta con estructura edilicia en construcción, espacios recreativos -canchas de fútbol, básquet-; instalación sanitaria, baños, y duchas.

El Club Deportivo de la localidad de Collagasta, está destinado al desarrollo de actividades deportivas y recreativas donde concurre la totalidad de niños y jóvenes de esta localidad.

El Club Atlético La Tercena, localizado sobre RP 41, cuya finalidad es desarrollar actividades deportivas, recreativas y culturales donde asisten niños, adolescente y jóvenes.



Figura N° 35: Suelo de uso deportivo/esparcimiento.

4.5.5.2. Cementerios Públicos o Privados

Está dentro de los servicios complementarios del Departamento, incluye: mortuorio, funeraria y sala de velación. Los principales cementerios se ubican en zonas periurbanas, aunque con el aumento de la población algunos se encuentran en inmediaciones a los núcleos urbanos.

4.5.5.3. Educativo

El Departamento Fray Mamerto Esquiú cuenta con numerosas instituciones educativas distribuidas en cada una de las localidades.

La Escuela N° 264 “Provincia de Buenos Aires.” Ubicada en la localidad de San Antonio, cuenta con una matrícula elevada de alumnos de 1.700 aproximadamente.

En la localidad de La Carrera está ubicada la Escuela N° 238 “María de las Nieves Medina de Esquiú”. Esta escuela cuenta con una matrícula de 300 niños, doble jornada.

La Escuela N° 398 de la localidad de Collagasta tiene una matrícula de 80 alumnos, donde asisten desde el nivel inicial al 3° ciclo.

La Escuela N° 146 “Fray Rizo Patrón” ubicada a 100 metros de la Ruta Provincial N° 41 en la localidad de La Tercena, tiene una matrícula de 304 alumnos.

En la localidad de San José de Piedra Blanca se encuentran los siguientes establecimientos

dedicados a la educación y a la estimulación de la niñez:

Establecimiento Escolar de EGB N° 265: con una matrícula de 830 alumnos, incluido los Niveles Inicial. En horario nocturno funciona: Escuela N° 41 de Capacitación Laboral: con una matrícula de 60 asistentes y Escuela Polimodal N° 10: con una matrícula de 240 alumnos.



Figura N° 36: Suelo de uso educativo.

4.5.5.4. Ladrillera

Las cavas o canteras de áridos si bien, no abundan en el Dpto. pero al no estar legamente declaradas la extracción de materiales para la construcción se hace en forma inadecuada, ocasionando problemas de deslizamientos en las canteras de piedra laja ubicadas en la localidad de La Falda en cercanías al B° Juan XXIII, como así también en las cavas cercanas al Río del valle de las que se extrae arena para la construcción de viviendas, tanto de las márgenes del Río del Valle como del cauce.

Por otro lado, aquellos terrenos destinados a la extracción de suelo para la fabricación de ladrillos, también denominados tabiques, eran comunes en el siglo pasado en el Dpto. en la actualidad no son muy usuales, pero algunos se encuentran abandonados sin ningún tipo de remediación, convirtiéndose en pasivos ambientales por la acumulación de residuos o bien por la contaminación de la capa superficial del suelo.

4.5.5.5. Basurales

Los basurales se definen como terrenos donde se acumula basura de manera informal o bien espacios constituidos como rellenos sanitarios. En el Dpto. es común ver la disposición de Residuos Sólidos Urbanos en terrenos baldíos, en la localidad de La Falda de San Antonio, más específicamente en el B° El Milagro, se puede observar que la disposición de Residuos

Sólidos Urbanos ha aumentado considerablemente, generando microbasurales y pequeños focos de contaminación. En la Localidad de El Hueco de San Antonio también se observa en el margen izquierdo de la Av. María López un depósito de Residuos Sólidos Urbanos y chatarras no controlado; el problema de este sector radica en que, las viviendas han sido construidas sobre basura compactada y se cree que en la actualidad se recurre a las mismas prácticas, por lo que esta condición podría ocasionar problemas de colapso en viviendas a futuro.

Otro sector que también se ve afectado por la disposición de Residuos Sólidos Urbanos es la margen derecha del conocido camino real, a la altura de La Vista Larga, donde, según entrevistas con vecinos del B° Vista Larga, se llevan a cabo actividades de quema de los mismos.

4.5.5.6. Vertedero

El Departamento Fray Mamerto Esquiú, se alimenta con agua superficial proveniente de la red de riego del dique Las Pirquitas y con dos perforaciones del subálveo del Río Del Valle. Está integrada por tres servicios:

- Servicio Las Pirquitas: abastece Villa Las Pirquitas, Collagasta y Pomancillo.
- Servicio La Carrera: abastece la mayor parte de las poblaciones de F.M. Esquiú, La Carrera, La Tercena, Sierra Brava, San José, El Hueco y San Antonio.

El Dique de Pirquitas es un área de provisión de servicio de agua y, además, se usa como punto de actividades recreativas, para la gente del Departamento y de las zonas aledañas.

4.5.6. SUELO RURAL

El área rural es la comprendida entre los perímetros de la zona urbana y las vertientes denudacionales (zona montañosa) del Dpto. Constituyen esta categoría los terrenos no aptos para el uso urbano, por razones de oportunidad, o por su destinación a usos agrícolas, ganaderos, forestales, de explotación de recursos naturales y actividades análogas.

El suelo rural representa el 75% aproximadamente del área total del Dpto. que es de 280 km² y está constituido por el suelo que no forma parte del área urbana o de las zonas de expansión, dentro del cual se emplazan asentamientos humanos dispersos o caseríos que actúan como focos de servicios.

4.5.6.1. Rural de uso Agropecuario

Su destino es netamente agrícola, de crianza avícola, ganadero, etc. Son campos intervenidos antrópicamente para el desarrollo de estas actividades.



Figura N° 37: Suelo rural, ubicado en la localidad de San Antonio, Dpto. Fray Mamerto Esquiú.

4.5.7. SUELO RÚSTICO

Es aquel que, debido a sus características naturales o culturales, o bien, por su valor agrícola, forestal o ganadero, además de su valor paisajístico, importancia de su flora, fauna y procesos ecológicos, no se permite urbanizar.

No se podrá realizar ningún tipo de construcción en estos suelos, excepto aquellas que tengan que ver con las actividades antes citadas o que sea de interés público o social.

Se refiere a los espacios naturales de nula o poca intervención del hombre, en el área de estudio estos suelos alcanzan poca representatividad.

En la cartografía presente en **CAPÍTULO 7 – ANEXO 1–E**, se los diferencia en dos unidades de mapeo: Suelo Rústico Serrano y Suelo Rústico Pedemontano.

4.5.7.1. Suelo Rústico Serrano

Esta unidad involucra aquellas áreas serranas presentes en la zona de estudio, tales como, la sierra de Graciana, sierra de Fariñango y cordones menores como la sierra de Payahuaico.

4.5.7.2. Suelo Rústico Pedemontano

Se define como el suelo que debe ser preservado de la urbanización, solo adecuado para usos agrícolas, ganaderos. Involucra las áreas que se ubican dentro de la planicie aluvial del Dpto. en los que no se observan evidencias de intervención del hombre o esta es poca, incluye, además, aquellos suelos que presentan problemáticas ambientales.

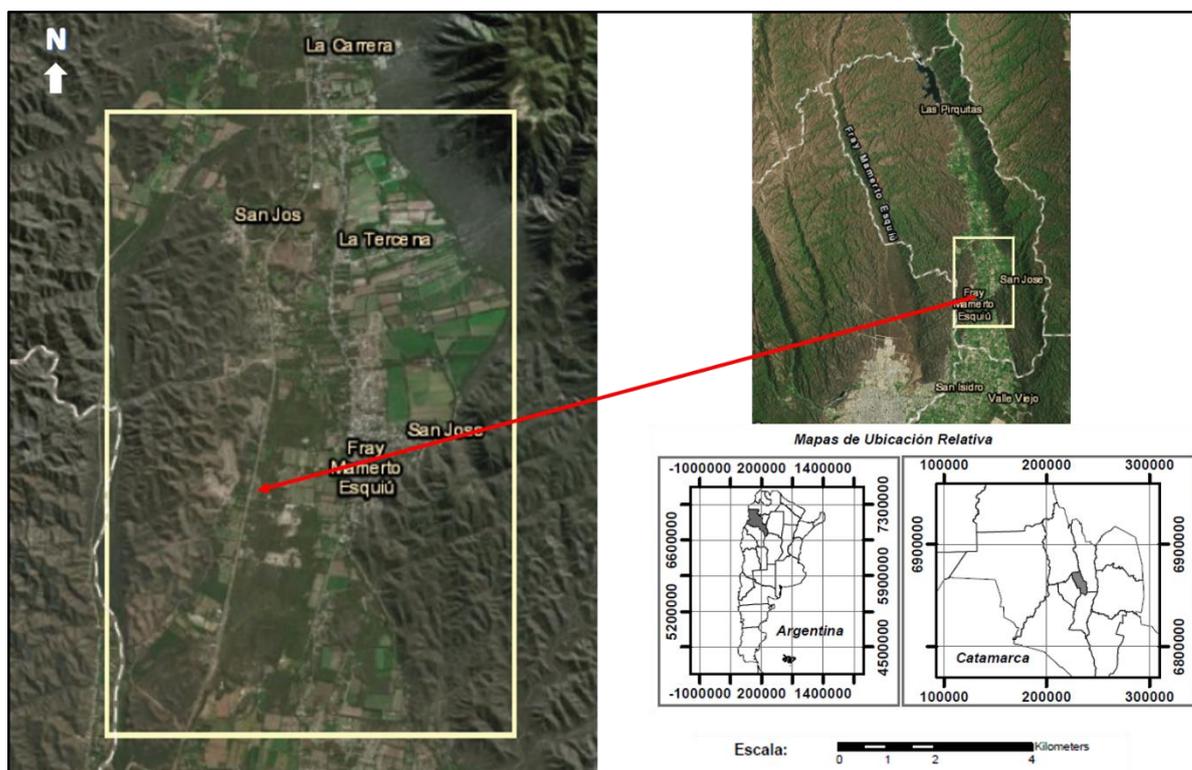


Figura N° 38: Ubicación de suelos con problemas de salinización y anegamiento, en la llanura que se forma en las estribaciones meridionales de las sierras de Fariñango y Graciana– Dpto. Fray Mamerto Esquiú.

Se puede observar en la **Figura N° 38**, suelos con problemas de salinización, que corresponden a la unidad mapeada como Suelo Rústico Pedemontano. Este sector no presenta un cauce definido que elimine el exceso de agua superficial producto de precipitaciones. Debido a que el Dpto. Fray Mamerto Esquiú es el de menor superficie de la provincia, posee un valle elongado limitado por las Sierras de Fariñango y Graciana, por lo que las limitaciones en el uso de estos suelos es una complicación para la expansión de la traza urbana, como así también, de los terrenos de uso agrícola, ya que las condiciones de salinidad no permiten el crecimiento de diversas especies vegetales. Razón por la cual el principal problema a solucionar es el de los canales de desagüe que bajan del Dique de Pirquitas, actualmente son ineficientes en la conducción de agua al experimentar importantes pérdidas en su recorrido, el bajo o escaso mantenimiento, y por otro lado la densa red de canales o colectores secundarios, terciarios, etc., han originado los problemas de drenaje que posee este sector.

El avance de la urbanización en estos suelos, debe ir acompañado de red de canales o colectores de desagüe de las aguas superficiales y de una planificación adecuada, que incluya

el mantenimiento de los mismos y el tratamiento de los suelos salinos sódicos, para poder darle otro tipo de uso y que no continúen degradándose.

4.5.8. USO POTENCIAL DE LOS SUELOS

Este estudio tiene como finalidad calificar las condiciones físicas de los suelos para delimitar y definir las áreas alternativas de uso urbano. El uso potencial de los suelos es una forma de clasificarlos según un ordenamiento basado en la aptitud natural y la morfología de los mismos.

Son áreas con muy buenas condiciones de urbanizar, teniendo en cuenta como condicionantes, la ampliación de la cobertura del perímetro sanitario y la demanda de nuevas áreas para vivienda. Son terrenos planificados o no, hacia donde avanza el aglomerado urbano. Se han definido dos sectores dentro del Circuito Centro y Sur del Dpto., el Circuito Norte al ser el más estrecho y al estar más alejado de la Ciudad Capital no es considerado en la actualidad como potencial para ser urbanizado.

Cabe aclarar que, algunos ítems como: "suelo urbanizable actual", "Suelo de expansión no programado" y "Patrones de crecimiento", son mencionados en las figuras, pero no se han descrito, ni tampoco se los ha definido como unidades o subunidades.

A. Suelo urbanizable actual

Existen grandes espacios sin edificar en la zona. El crecimiento urbanístico es proporcionado por IPV (Instituto Provincial de la Vivienda), sin una planificación previa, en la que se contemplan las características naturales de estos sectores, en el Centro y Sur del Dpto.

Como áreas definidas en suelo de expansión se distribuye en sectores inmediatos al perímetro urbano; estas zonas se destinarán prioritariamente a vivienda y su desarrollo se supeditará a la elaboración de un Plan Parcial, ya sea por iniciativa pública, o mixta, en los cuales se establecerán los correspondientes instrumentos normativos de gestión y financiación asociados para su desarrollo.

Se hace una Caracterización Ambiental de cada una de las zonas de expansión. A continuación, se describen las zonas de expansión establecidas para el Dpto. Fray Mamerto Esquiú:

-Circuito Sur:

El Circuito Sur del Departamento Fray Mamerto Esquiú, está integrado por las localidades de San Antonio, El Hueco y La Falda de San Antonio. La localidad de San Antonio es la que presenta características urbanas más definidas (**Figura N° 39**), mientras que La Falda de San Antonio, posee numerosa población, pero carece de amanzanamiento y la edificación está más diseminada, por otro lado, El Hueco de San Antonio es un sector con viviendas diseminadas, con campos destinados para el cultivo y la ganadería, esta localidad posee además problemas de anegamientos de suelos y presencia de suelos salinos sódicos en su sector Oeste por lo que muchas de estas zonas son improductivas, dado que en invierno, las

napas freáticas se tornan superficiales, razón por la cual la construcción de viviendas también se encuentra limitada en este sector.



Figura N° 39: Suelo urbanizable actual, en la localidad de San Antonio, Dpto. Fray Mamerto Esquiú.

-Circuito Centro:

El Circuito Centro del Departamento Fray Mamerto Esquiú, está integrado por las localidades de La Tercena y San José de Piedra Blanca.

En general en el distrito La Tercena sus habitantes son propietarios de las viviendas construidas en parte con material crudo y cocido en buen estado de conservación (**Figura N° 40**). Estas viviendas están construida sobre terrenos salitrosos lo que ocasiona el deterioro de su estructura edilicia, además es relevante la dificultad que presentan los pozos ciegos provocando el llenado completo en forma permanente, situación está que demandan en forma continua el uso del servicio atmosférico, considerando a esta comunidad como un sector vulnerable tanto social como económicamente, lo primero porque se encuentra distante de las principales instituciones de servicio público y lo básico como escuelas, postas sanitarias, mini hospital, entre otras lo segundo porque no permite solventar por sus propios medios el costo del uso particular del camión atmosférico.



SUA – Suelo Urbanizable Actual: Viviendas en construcción en el Circuito Centro. Las construcciones se ubican sobre depósitos de Formación Coneta, en este sector la urbanización avanza en forma indiscriminada.

Figura N° 40: Suelo urbanizable actual, en la localidad de La Tercena, Dpto. Fray Mamerto Esquiú.

-Circuito Norte:

El Circuito Norte del Departamento Fray Mamerto Esquiú, está integrado de Norte a Sur por las localidades de Villa Las Pirquitas, Pomancillo Este y Oeste, La Carrera y Collagasta. La calidad de los suelos desde el punto de vista geotécnico, es buena no posee restricciones técnicas para la construcción de viviendas en este sector (**Figura N° 41**).

La localidad de La Carrera está conformada por 1.275 habitantes aproximadamente. Existen dos Barrios Adjudicados por el Instituto Provincial de la Vivienda (Juan Pablo II y 30 viviendas). En el Barrio Juan Pablo II, han tenido inconvenientes con respecto a las instalaciones Sanitarias (fosa), se cree que este problema se debe a que las mismas no poseen la profundidad adecuada, razón por la cual, se desagotan casa 60 días aproximadamente.

En el sector Sur de la localidad de Collagasta se encuentra el B° 20 Viviendas construido por el IPV con terminación mínima. Cabe mencionar que estas cuentan con Pozo Ciego y Cámara Séptica y en forma permanente se ven afectadas por la baja capacidad de las mismas debiendo sus propietarios hacerlas desagotar con una frecuencia de tres o cuatros veces por año. La profundidad de los pozos ciegos de esta localidad oscila entre los 4 y los 6 metros. La

cantidad de fosas por vivienda es de una, siendo muy escaso el número de aquellas que poseen dos.

Es necesario mencionar que en los últimos cinco años ha crecido notablemente la población debido a la disponibilidad de terrenos adecuados para la construcción de viviendas y a la migración de los ciudadanos a zonas alejadas del núcleo urbano de San Fernando del Valle de Catamarca.



Figura N° 41: Suelo urbanizable actual, en la localidad de Pomancillo, Dpto. Fray Mamerto Esquiú.

B. Suelo de expansión no programado

Son terrenos sobre los que aún no se ha construido masivamente, existen construcciones asiladas, estos suelos son los que por sus características morfológicas entran dentro de las zonas a ser ocupadas por el avance de la expansión urbana. Al Norte el área está limitada por el Dique las Pirquitas, al Oeste por la Sierra de Fariñango, al Este por la Sierra de Graciana que posee una pendiente abrupta por lo que el crecimiento de la expansión en este sector se ve limitada por la ladera Occidental de esta sierra, y al Norte limita con el Dpto. Valle Viejo, que es donde se encuentra ubicado el Circuito Sur sobre el que se ubica el principal núcleo urbano.

Ante la necesidad de contar con un instrumento que regule el ordenamiento urbano futuro se sancionó la Ordenanza N° 027/83 por la cual se aprueba el Código de Ordenamiento Urbano para el departamento Fray Mamerto Esquiú, el cual entre en vigencia a partir del 1° de noviembre del mismo año. Basado en esta reglamentación, la expansión edilicia ubicó los loteos, barrios, y futuras construcciones en las áreas y con las características establecidas a tal fin.

C. Patrones de crecimiento

Existen patrones de crecimiento urbano, los cuales describen diferentes fenómenos en la urbe a lo largo del tiempo. Basado en características de uso de suelo urbano se definieron cuatro tipos de patrones de crecimiento urbano:

- Patrón agregado
- Patrón lineal
- Salto de rana
- Patrón nodal

Los patrones se pueden representar en la **Figura N° 42** (Rashed y Jürgens, 2010):

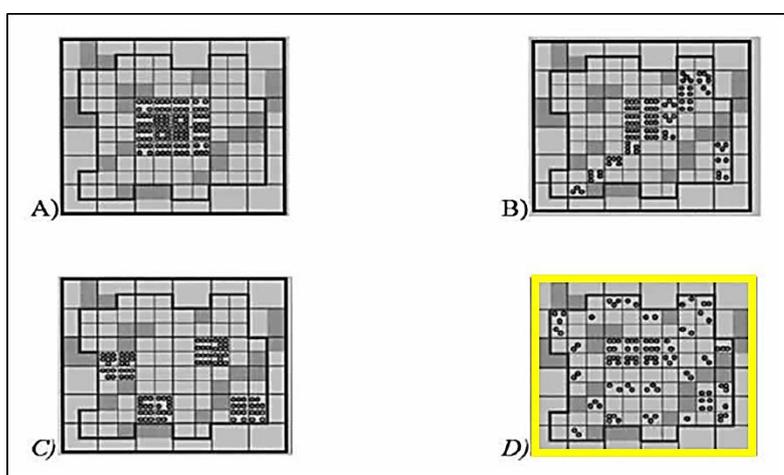


Figura N° 42: Patrones de crecimiento: A) Patrón compacto o agregado, B) Patrón lineal, C) Patrón nodal, y D) Patrón Salto de rana que caracteriza el crecimiento en el Dpto. Fray Mamerto Esquiú.

En el recuadro amarillo de la **Figura N° 42**, se puede observar que el crecimiento de la mancha urbana del Dpto. Fray Mamerto Esquiú, responde al patrón salto de rana. Este patrón refleja la aparición de parches urbanos, que son usados de espacios residenciales, este se caracteriza por su predominancia en dispersión de baja densidad en casas unifamiliares, es dominado por diferentes procesos: la reducción de la agregación, disminución de la elongación debido a la formación de manchas más o menos redondeadas, y el incremento de la dispersión (Aguilera *et al.*, 2011).

4.6. PRINCIPALES ACTIVIDADES ANTRÓPICAS.

A fin de analizar el proceso de transformación del medio inerte del Dpto. Fray Mamerto Esquiú y los efectos del avance permanente del área urbana, se recurrió a una metodología de clasificación cualitativa mediante análisis multitemporal de fotografías aéreas. Estas imágenes resultaron ser una herramienta fundamental, ya que permitieron visualizar los cambios introducidos en el área de estudio a través del tiempo, procurando reconocer los cambios antrópicos y con el objetivo de mostrar los resultados obtenidos a partir de su interpretación visual.

En el estudio de los cambios en el medio inerte es fundamental analizar la ocupación del suelo, ya que "sus formas de utilización y evolución temporal son elementos esenciales para establecer los efectos de las interacciones entre diversas actividades antrópicas y la dinámica natural de los ecosistemas" (Jiménez Herrero, 2007: 6). Para esto, el análisis de las fotografías aéreas y fotomosaicos constituye un gran aporte, dado que su comparación a través del tiempo permite identificar las modificaciones producidas en el espacio. Razón por la cual, se han identificado y descripto las principales actividades antrópicas en el apartado de usos del suelo, ítem 4.5.6 (otros usos).

Cualquier acción o intervención realizada por el ser humano sobre la faz del planeta son actividades antrópicas, por ejemplo: la deforestación, la pesca, la agricultura, la mayoría de las emisiones de gases de carbono a la atmósfera (de origen fabril, vehicular, etc.). Las actividades que generan diferentes grados y tipos de contaminación están incluidas en este término.

Las principales actividades antrópicas que se llevan a cabo actualmente en Dpto. Fray Mamerto Esquiú, son las mismas que se realizaban en tiempos remotos, pero al aumentar la mancha urbana han aumentado considerablemente los basurales, la quema indebida, la deforestación, y el uso indebido de los suelos, motivo por el cual, los sectores destinados a la agricultura y ganadería se han visto reducidos, ver **Figura N° 43**.

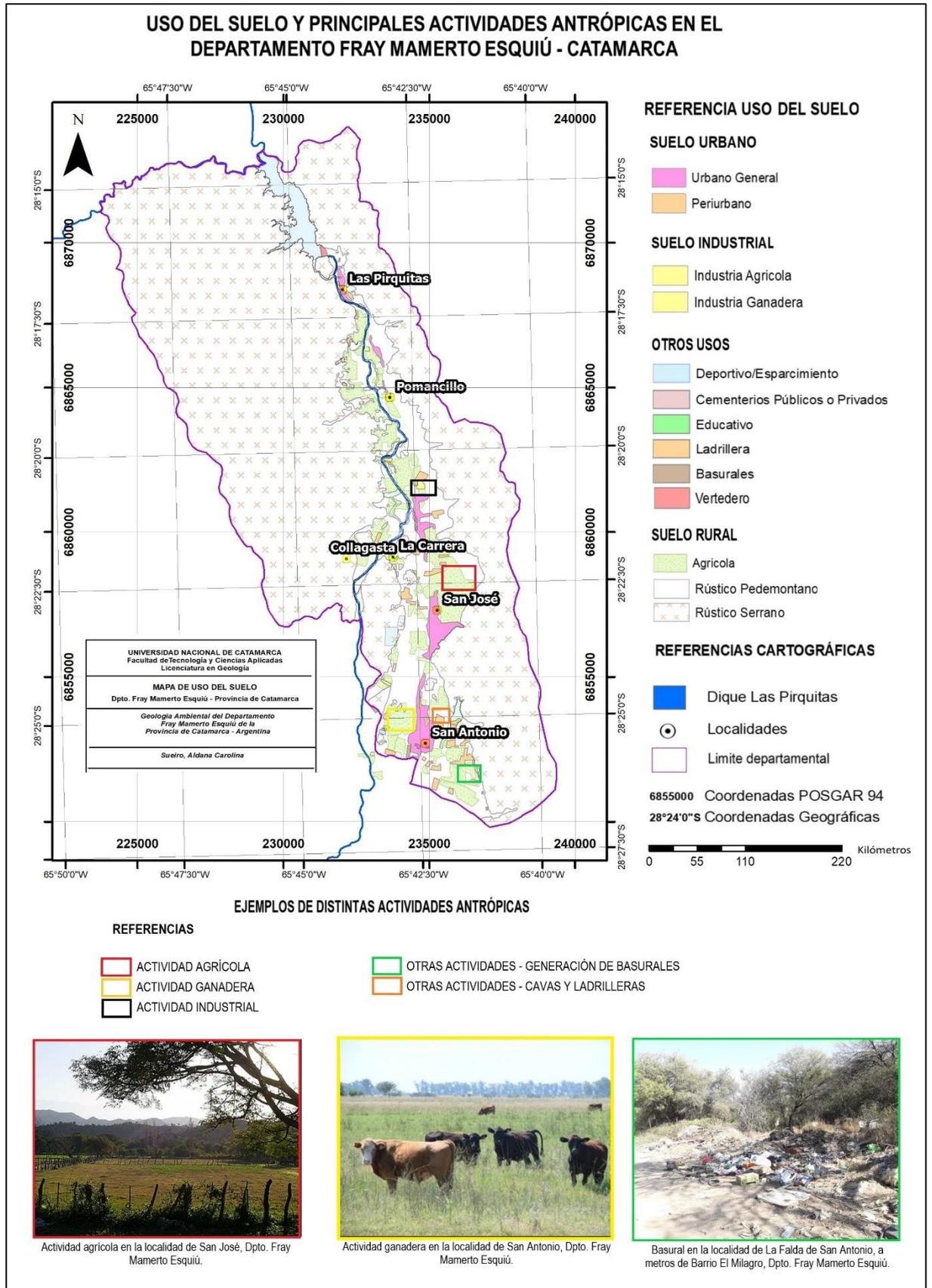


Figura N° 43: Principales actividades antrópicas que se desarrollan en el Dpto. Fray Mamerto Esquiú.

4.7. ASPECTOS GEOAMBIENTALES SIGNIFICATIVOS

Los aspectos geoambientales más significativos están relacionados con la dinámica de los factores climáticos, meteorológicos, hidrológicos, geológicos y geomorfológicos, los cuales incluyen la problemática de las inundaciones (pluvial o fluvial).

Esta relación entre los fenómenos naturales y la actividad del hombre ha generado la presencia de las geoamenazas las cuales son un peligro para los habitantes de la zona y sus bienes.

Este análisis geoambiental permitió revelar la situación actual y el estado del medio inerte en relación con las actividades productivas y de expansión urbana del Departamento, donde existe una interacción entre el medio físico y la intervención del hombre (actividades antrópicas).

Teniendo en cuenta las características físicas del territorio y la distribución de la población, mediante el estudio de las variables ambientales una de las problemáticas que más se destacan son las constantes inundaciones, avenidas torrenciales y deslizamientos que se producen principalmente en el circuito Norte, a la altura de Villa Las Pirquitas en la margen derecha de la RP 41.

Estas problemáticas generadas por los fenómenos climáticos, son influenciadas por la presencia de altas pendientes y a la saturación de los suelos. La deforestación de las laderas ya sea por la inadecuada intervención del terreno en la localización de las vías, por cultivos mal localizados o la tala y quema inescrupulosa de las especies nativas, tienden a acentuar los procesos erosivos de dicha cuenca.

4.7.1. IDENTIFICACIÓN DE GEOAMENAZAS

GEOAMENAZAS	Hidrometeorológicas: Procesos o fenómenos naturales de origen atmosférico e hidrológico que pueden causar la muerte o lesiones, daños materiales o interrupciones de la actividad social y económica.	▪ Crecidas
		▪ Anegamientos
		▪ Aludes
		▪ Tormentas
		▪ Sequías
	Geológicas y Geomorfológicas: Procesos terrestres endógenos o de origen tectónico, así como procesos externos (exógenos).	▪ Sismos
		▪ Deslizamiento
		▪ Erosión eólica
		▪ Erosión hídrica
		▪ Explosión
	▪ Incendios forestales	
	▪ Epidemias	

Tabla N° 19: Tipos de Geoamenazas. Fuente: Adaptado de Mapa de riesgo socio-natural de la ciudad de La Paz – Bolivia 2003.

A fin de identificar geoamenazas, se tomó como unidad de análisis territorial la división del Dpto. en circuitos, de Norte a Sur; el circuito Norte está constituido por las localidades de Pirquitas, Pomancillo Este y Oeste, Collagasta y La Carrera; el circuito Centro comprende las localidades de La Tercena y San José de Piedra Blanca y finalmente el circuito Sur integrado por las localidades de San Antonio, El Huevo de San Antonio y La Falda de San Antonio.

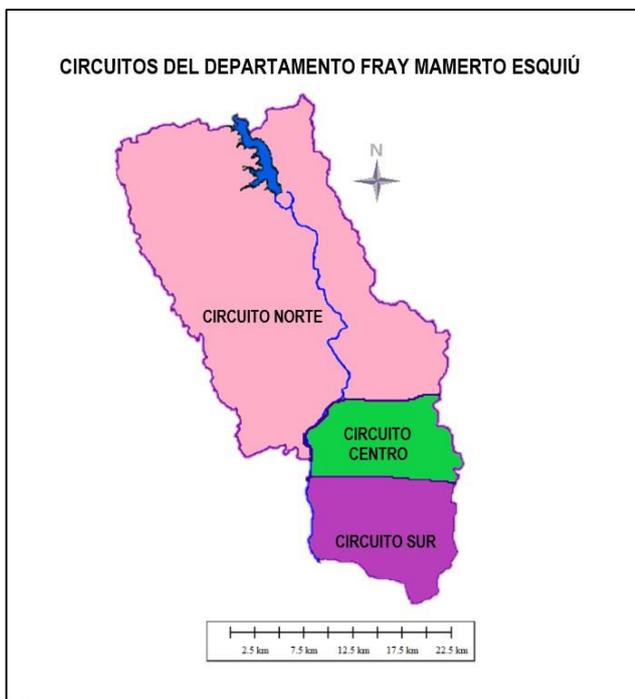


Figura N° 44: División del Dpto. Fray Mamerto Esquiú en circuitos.

4.7.2. INVENTARIO DE GEOAMENAZAS

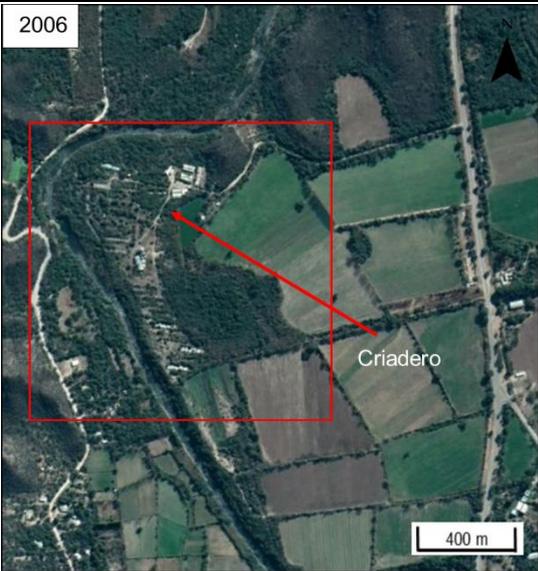
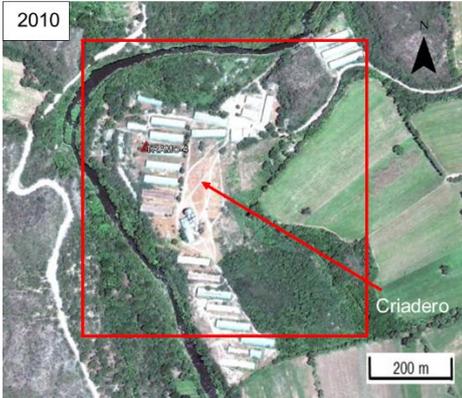
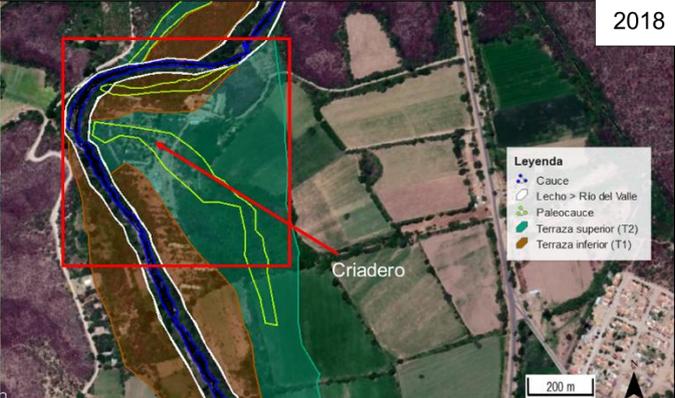
Una vez realizada la identificación de las geoamenazas se procedió a su valoración semi-cuantitativa, siguiendo los criterios del Plan Estratégico Territorial (P.E.T) de Catamarca del Año 2006.

Se ha caracterizado cualitativamente cada una de las geoamenazas presentes en la zona de estudio a modo de inventario, tal como se observa a continuación:

INVENTARIO DE GEOAMENAZAS		
GEOLOGÍA AMBIENTAL DEL DPTO. FRAY MAMERTO ESQUIÚ		
SITUACION		
Provincia: Catamarca	Departamento: Fray Mamerto Esquiú	Geoamenaza: Hidrometeorológica - Crecidas.
Coordenadas 28°15'28,26"S 65°44'33,69"O	Ubicación y accesos al lugar: El sitio relevado se encuentra ubicado en la localidad de Pirquitas, en el camping municipal ubicado en cercanías al cauce del Río.	
DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA		
<p>La Terraza Inferior, sector donde se encuentra emplazado el Camping Municipal, fue afectada por una inundación en febrero del año 2018. El informe de CFI (Consejo Federal de Inversiones) indica que las líneas de crecidas recurrentes correspondientes a los 100, 500 años y la máxima erogación de dique alcanzarían los terrenos del Camping y de la Cancha de Villa Las Pirquitas.</p> <p>La imagen adjunta muestra la inundación producida por un fenómeno de lluvia torrencial acompañada por la crecida repentina del Río del Valle.</p>		
REPRESENTACIÓN GRÁFICA		
<p>Leyenda</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Camping Municipal ■ Río del Valle ■ Lecho mayor del Río ■ Terraza inferior (T1) ■ Terraza superior (T2) <p>2018</p> <p>Google earth</p> <p>Image © 2019 CNES / Airbus</p> <p>© 2018 Google</p> <p>400 m</p>		
<p>Figura N° 45: Terraza Inferior del Río del Valle. Año 2018.</p>		
<p>2018</p>		
<p>Figura N° 46: Fotografía que muestra la inundación en el sector del Camping Municipal de la localidad de Las Pirquitas. Febrero de 2018.</p>		

INVENTARIO DE GEOAMENAZAS GEOLOGÍA AMBIENTAL DEL DPTO. FRAY MAMERTO ESQUIÚ		
SITUACION		
Provincia: Catamarca	Departamento: Fray Mamerto Esquiú	Geoamenaza: Hidrometeorológica – Crecida.
Coordenadas 28°15'28,26"S 65°44'33,69"O	Ubicación y accesos al lugar: El sitio relevado es el vivero que se encuentra ubicado en la localidad de Pomancillo, sobre Terrazas Inferior (T1) y Superior (T2) del Río del Valle.	
ESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA		
Este sector se destaca por la construcción de un vivero en la localidad de Pomancillo Oeste situado en parte sobre la Terraza Inferior (T1) y sobre Terraza Superior (T2), que sería alcanzado por crecidas del Río del Valle al menos una vez en los últimos 50 años, pudiendo ocasionar pérdidas materiales.		
REPRESENTACIÓN GRÁFICA		
 <p>Figura N° 47: Se observa en el recuadro rojo la ubicación del vivero de la localidad de Pomancillo. Año 2018.</p>		
 <p>Figura N° 48: En esta figura se puede observar las Terrazas T1 (color verde) y T2 (color marrón), que fueron alcanzadas por la creciete de febrero de 2018.</p>		

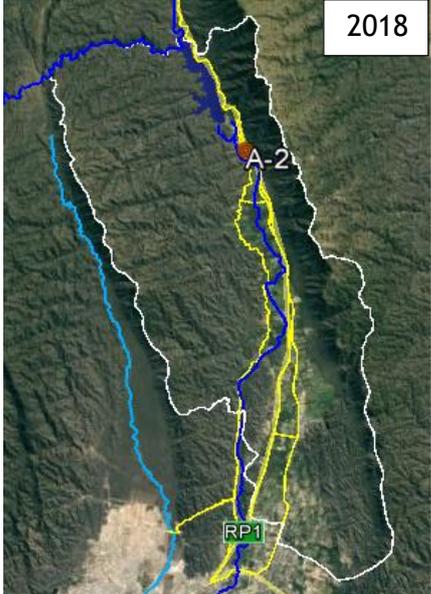
INVENTARIO DE GEOAMENAZAS		
GEOLOGÍA AMBIENTAL DEL DPTO. FRAY MAMERTO ESQUIÚ		
SITUACION		
Provincia: Catamarca	Departamento: Fray Mamerto Esquiú	Geoamenaza: Hidrometeorológica – Crecida.
Coordenadas 28°15'28,26"S 65°44'33,69"O	Ubicación y accesos al lugar: El sitio relevado corresponde a viviendas ubicadas en la localidad de Pomancillo Oeste .	
DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA		
Las evidencias de inundaciones producto de una creciente importante del Río del Valle en el año 2018, muestran que este tramo fue afectado por inundaciones en fincas y campos dedicados a la agricultura y ganadería, ocasionando pérdidas materiales.		
REPRESENTACIÓN GRÁFICA		
<div style="display: flex; align-items: flex-start;"> <div style="margin-right: 10px;">2018</div>  </div> <p>Figura N° 49: Se puede observar en el recuadro rojo las viviendas de Pomancillo Este que fueron alcanzadas por una crecida del Río del Valle en febrero de 2018.</p>		
<div style="display: flex; align-items: flex-start;"> <div style="margin-right: 10px;">2018</div>  </div> <p>Figura N° 50: En esta figura se observa en amarillo el límite de la Terraza inferior que fue alcanzada por la inundación de febrero de 2018.</p>		

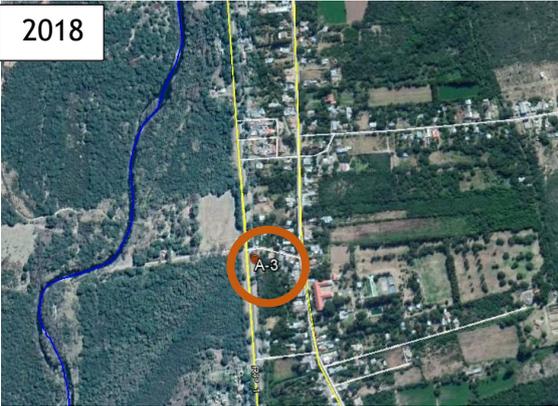
INVENTARIO DE GEOAMENAZAS GEOLOGÍA AMBIENTAL DEL DPTO. FRAY MAMERTO ESQUIÚ		
SITUACION		
Provincia: Catamarca	Departamento: Fray Mamerto Esquiú	Geoamenaza: Hidrometeorológica – Crecida.
Coordenadas 28°15'28,26"S 65°44'33,69"O	Ubicación y accesos al lugar: El sitio relevado corresponde a un criadero de gallinas de la familia Figueroa ubicado en la localidad de Pomancillo Este.	
DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA		
Este tramo se ubica en el circuito Norte del área de estudio, en el tránsito superior del Río del Valle. Según el informe de CFI (Consejo Federal de Inversiones) se sitúa dentro de las líneas de recurrencia de 50, 100, 500 años y máxima erogación del dique (caudal máximo calculado) establecidas por el CFI.		
REPRESENTACIÓN GRÁFICA		
<div style="text-align: center;">  <p>2006</p> <p>Criadero</p> <p>400 m</p> </div> <p><i>Figura N° 51: Se puede observar en el recuadro rojo el criadero de la familia Figueroa en la localidad de Pomancillo Oeste, que fue alcanzado por la crecida del Río del Valle. Año 2006.</i></p>		
<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;">  <p>2010</p> <p>Criadero</p> <p>200 m</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>2018</p> <p>Criadero</p> <p>200 m</p> <p>Leyenda + Cauce ○ Lecho > Río del Valle ○ Paleocauce ○ Terraza superior (T2) ○ Terraza inferior (T1)</p> </div> </div> <p><i>Figura N° 52: Se puede observar en las imágenes adjuntas, el estado del sector analizado en el año 2010 y en el año 2018 con las Terrazas T1 y T2 alcanzadas por la crecida en el mes de febrero del 2018.</i></p>		

INVENTARIO DE GEOAMENAZAS GEOLOGÍA AMBIENTAL DEL DPTO. FRAY MAMERTO ESQUIÚ		
SITUACION		
Provincia: Catamarca	Departamento: Fray Mamerto Esquiú	Geoamenaza: Hidrometeorológica – Crecida.
Coordenadas 28°15'28,26"S 65°44'33,69"O	Ubicación y accesos al lugar: El sitio relevado corresponde Camping Municipal de la localidad de La Carrera.	
DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA		
<p>En el Camping Municipal de la localidad de La Carrera, según el informe del CFI las líneas de crecidas recurrentes del Río del Valle de 25, 50, 100, 500 años y máxima erogación del dique de Pirquitas afectaría los terrenos sobre los que se encuentra ubicado el Camping. Las evidencias muestran que el Camping Municipal se encuentra emplazado sobre la Terraza Inferior (T1) que es susceptible a inundaciones, esto se hizo evidente durante la crecida de febrero de 2018 donde las aguas del Río del Valle alcanzaron los terrenos de la Cancha de La Carreara a metros de la RP N°1.</p>		
REPRESENTACIÓN GRÁFICA		
<p>Figura N° 53: En imágenes adjuntas se puede visualizar para el año 2010 la Cancha y el Camping de La Carrera anegados, y en la figura del año 2018 se puede observar en marrón la Terraza inferior (T1) que en la crecida del mes de febrero de 2018 fue inundada.</p>		

INVENTARIO DE GEOAMENAZAS GEOLOGÍA AMBIENTAL DEL DPTO. FRAY MAMERTO ESQUIÚ		
SITUACION		
Provincia: Catamarca	Departamento: Fray Mamerto Esquiú	Geoamenaza: Hidrometeorológica - Inundación por tormentas
Coordenadas 28°25'32,49" S 65°42'30,32" W	Ubicación y accesos al lugar: El sitio relevado se encuentra ubicado en la localidad de San Antonio, en RP 41.	
DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA		
Las imágenes adjuntas muestran la inundación producida por un fenómeno de lluvia torrencial en la localidad de San Antonio, donde las avenidas principales se vieron afectadas y, por lo tanto, interrumpido el tránsito en el sector.		
REPRESENTACIÓN GRÁFICA		
2018		
<p>Figura N° 54: La fotografía adjunta muestra las evidencias de la tormenta ocurrida en febrero de 2018, donde la RP 41 se vio parcialmente inundada.</p>		
2018		
<p>Figura N° 55: En esta fotografía, se puede observar un colectivo de la empresa 25 de agosto, atascado en un hueco en la RP 41. Febrero de 2018.</p>		

INVENTARIO DE GEOAMENAZAS GEOLOGÍA AMBIENTAL DEL DPTO. FRAY MAMERTO ESQUIÚ		
SITUACION		
Provincia: Catamarca	Departamento: Fray Mamerto Esquiú	Tipo de Amenaza: Natural – Geológicas y Geomorfológicas – Deslizamiento.
Coordenadas 28° 18' 54,7" S 65° 43' 49,8"W	Ubicación y accesos al lugar: El sitio relevado se encuentra ubicado en la localidad de Pirquitas, sobre la margen derecha de Ruta Provincial N° 41.	
DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA		
<p>Las amenazas naturales por inestabilidad de taludes se refieren a zonas que están o pueden estar afectadas por procesos de movimiento en masas, deslizamientos, avalanchas, derrumbes, hundimientos, reptación de terrenos, flujo de suelos y lodos, etc. En la imagen adjunta se puede visualizar un deslizamiento de rocas, que pudo ser originado por alteración de la roca, discontinuidad de afloramiento no explicados por fallas, estructuras de forma irregular, capas de suelo relativamente potente, material poco consolidado o deleznable, etc.</p>		
REPRESENTACIÓN GRÁFICA		
<div data-bbox="276 831 983 1727" data-label="Image"> <p>A photograph showing a paved road completely blocked by several large, dark grey boulders. The background shows a steep, rocky hillside with some green vegetation. A white signpost is visible on the left side of the road. A small white box with the year '2018' is in the top left corner of the image.</p> </div>		<div data-bbox="995 1077 1477 1442" data-label="Image"> <p>A satellite map showing a mountainous region. A yellow line indicates a road or path. A red circle highlights a specific area on the map, corresponding to the location of the rockfall. A small white box with the year '2018' is in the top right corner of the image.</p> </div>
<p>Figura N° 56: En la fotografía adjunta se puede observar un deslizamiento de rocas sobre la RP 41 camino a Villa Las Pirquitas. Febrero de 2018.</p>		

INVENTARIO DE GEOAMENAZAS GEOLOGÍA AMBIENTAL DEL DPTO. FRAY MAMERTO ESQUIÚ		
SITUACION		
Provincia: Catamarca	Departamento: Fray Mamerto Esquiú	Geoamenaza: Geológica y Geomorfológica - Deslizamiento
Coordenadas 28°17'0,25"S 65°43'46,22"O	Ubicación y accesos al lugar: El sitio relevado se encuentra ubicado en la localidad de Pirquitas, sobre la margen derecha de RP 41.	
DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA		
Las Geoamenazas por inestabilidad de taludes se refieren a zonas que están o pueden estar afectadas por procesos de movimiento en masas, deslizamientos, avalanchas, derrumbes, hundimientos, reptación de terrenos, flujo de suelos y lodos, etc. En la imagen adjunta se puede visualizar un deslizamiento, producto de la fuerte pendiente en la cabecera o nicho de arranque, seguido de una contra pendiente y un cuerpo ondulado.		
REPRESENTACIÓN GRÁFICA		
2018		2018 
<p>Figura N° 57: La fotografía adjunta muestra un deslizamiento de rocas, producto de la inestabilidad del talud de la sierra de Graciana. Febrero de 2018.</p>		2018 

INVENTARIO DE GEOAMENAZAS GEOLOGÍA AMBIENTAL DEL DPTO. FRAY MAMERTO ESQUIÚ		
SITUACION		
Provincia: Catamarca	Departamento: Fray Mamerto Esquiú	Geoamenaza: Geológica y Geomorfológica - Suelos salinos sódicos.
Coordenadas 28°17'0,25"S 65°43'46,22"O	Ubicación y accesos al lugar: El sitio relevado se encuentra ubicado en la localidad de La Tercena, sobre la margen derecha de RP 1.	
DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA		
<p>La salinización de los suelos en el Dpto. Fray Mamerto Esquiú se atribuye a las características litológicas y geomorfológicas de la cuenca que condicionan el drenaje lento de la capa freática sin provocar rasgos hidromórficos. La distribución de la salinidad está controlada por el movimiento de ascenso y descenso del nivel freático y las condiciones climáticas espacialmente áridas, aunque su origen no está relacionado con las aguas del Río del Valle ni con las rocas del basamento, sino con el origen eólico de los sedimentos de relleno de la cuenca. Por otro lado, se podría atribuir la causa de la salinización a la construcción de la RP 1, que hace de barrera para el normal escurrimiento superficial, dejando el suelo expuesto a la insolación. Otra causa es la deforestación los incendios forestales que eliman la cobertura vegetal del suelo.</p>		
REPRESENTACIÓN GRÁFICA		
		
<p>Figura N° 58: Vista satelital del sitio con problemas de salinización de suelos en la localidad de La Tercena. Año 2018</p>		
		
<p>Figura N° 59: Fotografía que evidencia los suelos salinos en la localidad de La Tercena.</p>		

INVENTARIO DE GEOAMENAZAS GEOLOGÍA AMBIENTAL DEL DPTO. FRAY MAMERTO ESQUIÚ		
SITUACION		
Provincia: Catamarca	Departamento: Fray Mamerto Esquiú	Tipo de Amenaza: Natural. Geológica y Geomorfológica - Suelos salinos sódicos.
Coordenadas 28°24'41,27"S 65°43'3,20"O	Ubicación y accesos al lugar: El sitio relevado se encuentra ubicado en la localidad de San Antonio, sobre la margen derecha de RP 1.	
DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA		
<p>La salinización de los suelos en el Dpto. Fray Mamerto Esquiú se atribuye a las características litológicas y geomorfológicas de la cuenca que condicionan el drenaje lento de la capa freática sin provocar rasgos hidromórficos. La distribución de la salinidad está controlada por el movimiento de ascenso y descenso del nivel freático y las condiciones climáticas espacialmente áridas, aunque su origen no está relacionado con las aguas del Río del Valle ni con las rocas del basamento, sino con el origen eólico de los sedimentos de relleno de la cuenca. Por otro lado, se podría atribuir la causa de la salinización a la construcción de la RP 1, que hace de barrera para el normal escurrimiento superficial, dejando el suelo expuesto a la insolación. Otra causa es la deforestación los incendios forestales que eliminan la cobertura vegetal del suelo.</p>		
REPRESENTACIÓN GRÁFICA		
2018		
<p>Figura N° 60: Fotografía que evidencia los problemas de salinización de los suelos en la localidad de San Antonio.</p>		
2018		
<p>Figura N° 61: Vista satelital del sitio, localidad de San Antonio. Año 2018</p>		

4.7.3. GEOAMENAZAS - HIDROMETEOROLÓGICAS

4.7.3.1. CRECIDAS - IDENTIFICACIÓN DE ZONAS SUSCEPTIBLES DE INUNDACION

Mediante este análisis, se determinaron cinco tramos o sectores susceptibles a inundaciones en las localidades de: Pirquitas, Pomancillo, La Tercena y La Carrera, ubicadas en el Circuito Norte del Dpto., extendiéndose sobre las márgenes del Río del Valle de Norte a Sur respectivamente.

En el Dpto. Fray Mamerto Esquiú las inundaciones son en general de rango Bajo, pero al aplicar una clasificación de detalle, dividiendo al Departamento en Circuitos, esta geoamenaza puede variar su rango de la siguiente manera: el Circuito Norte posee un rango de amenaza de crecidas Moderado a Alto, y los Circuitos Centro y Sur presenta un rango Bajo a Muy bajo de ocurrencia. En la **Figura N° 62** se puede observar la ubicación geográfica de los sectores vulnerables reconocidos.

Según fuentes de investigación (*Estación Meteorológica INTA*), se registraron crecidas importantes en el Río del Valle en los años 1967, 1978, 1992, 1999, 2000, 2017 y en el mes de febrero de 2018 y coincide con los periodos de máximas precipitaciones registradas.

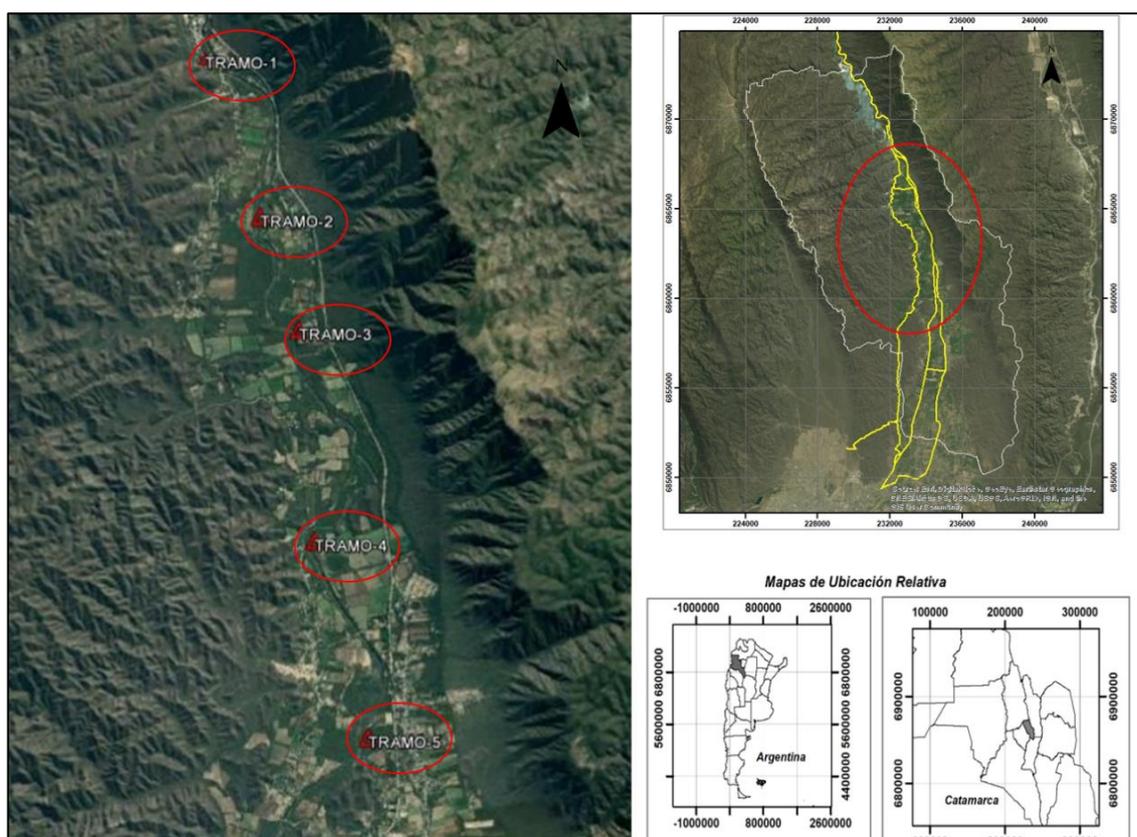


Figura N° 62: Ubicación geográficas de los tramos afectados por crecidas del Río del Valle, en base al “Estudio de Línea de Ribera y Conexas del Río del Valle – Informe Final. Dr. Guillermo Cano y Colaboradores. Consejo Federal de Inversiones. Catamarca, 2006”. Círculos rojos: Tramos afectados.

4.7.3.1.1. TRAMO 1

El sitio identificado como “TRAMO 1”, se encuentra al Norte del área de estudio en la localidad de Pirquitas (**Figura N° 63**). Para el análisis se ha tomado como referencia los cambios observados en el sitio identificado como “Camping Municipal”, que es el lugar de descarga de los caudales erogados por el vertedero del Dique al Río del Valle

Se puede observar en cada una de las figuras adjuntas, las modificaciones a través del tiempo en la dinámica fluvial del Río del Valle.



Figura N° 63 - Ubicación del TRAMO 1 – “Camping Municipal” de la localidad de Las Pirquitas - Dpto. Fray Mamerto Esquiú.

**ANÁLISIS MULTITEMPORAL - TRAMO-1
DPTO. FRAY MAMERTO ESQUIÚ - CATAMARCA**



Figura N° 62 (A) - Fotografía aérea del año 1996

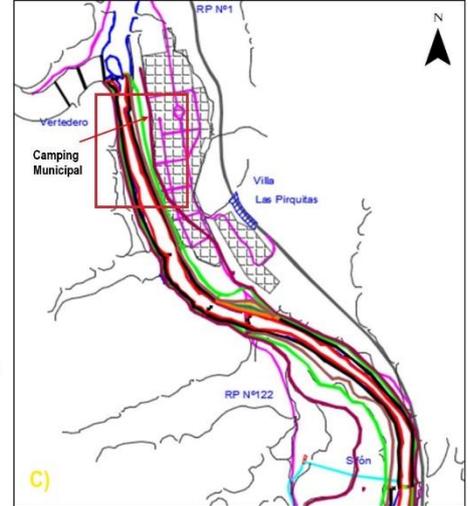


Figura N° 62 (C) - Líneas de afectación realizadas por el CFI en el año 2006.



Figura N° 62 (B) - Imágen Satelital del año 2003.

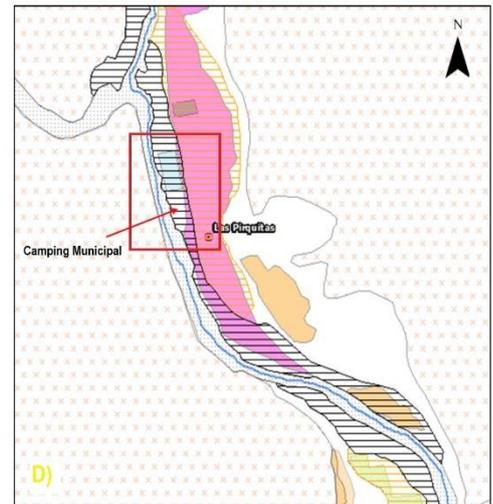
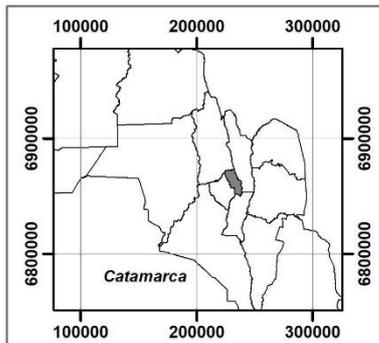
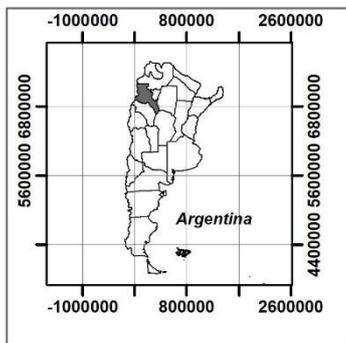


Figura N° 62 (D) - Afectación y uso del suelo realizado a base de imagen satelital del año 2018.

Mapas de Ubicación Relativa



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CATAMARCA Facultad de Tecnología y Ciencias Aplicadas Licenciatura en Geología
AMENAZA HIDRICA Dpto. Fray Mamerto Esquíú - Provincia de Catamarca
Geología Ambiental del Departamento Fray Mamerto Esquíú de la Provincia de Catamarca - Argentina
Sueiro, Aldana Carolina
0 55 110 220 Kilómetros

Figura N° 64: Síntesis del análisis multitemporal del TRAMO 1 identificado como "Camping Municipal", en la localidad de Las Pirquitas.

Análisis multitemporal del tramo 1

En la fotografía aérea del año 1996 (Escala 1:25.000), identificada como **Figura N° 64 A)** se puede apreciar un diseño de cauce lineal y angosto, en el que prevalece la erosión sobre la capacidad de transporte del mismo. Se puede visualizar, además, la presencia de poca vegetación en el sector donde se ubica la cancha y una planicie sin cubierta vegetal en el sector del “Camping Municipal”, ambos ubicados sobre la Terraza Inferior del Río del Valle mirando aguas arriba. En lo que respecta al uso del suelo en este sector prevalecen el urbano y de esparcimiento.



Figura N° 64 A) – Fotografía aérea del año 1996 – TRAMO 1 – “Camping Municipal” de la localidad de Las Pirquitas - Dpto. Fray Mamerto Esquiú.

En la imagen satelital del año 2003, se puede apreciar el estado de dinámica del Río del Valle (Lecho de inundación y Terraza inferior), en la **Figura N° 64 B)** se observa una inestabilidad por socavación lateral, evidenciada por cobertura vegetativa discontinua sobre el reborde de la Terraza inferior (T1) del Río del Valle, en el sector de la Cancha de Las Pirquitas. La zona ocupada por el Camping Municipal sobre Terraza inferior (T1) presenta una importante erosión con pérdida de terreno, manifestada por un aumento del ancho del lecho fluvial.



Figura N° 64 B) – Imagen satelital del año 2003 – TRAMO 1 – “Camping Municipal” de la localidad de Pirquitas - Dpto. Fray Mamerto Esquiú.

La **Figura N° 64 C)** evidencia que en la zona identificada como (A), gran parte de la cobertura vegetativa ha desaparecido, tomándose más ancho el cauce del río a consecuencia de las crecientes que lo han ocupado. En la zona (B) se evidencia socavación lateral y pérdida de terreno.

De acuerdo a los estudios realizados por el CFI (Consejo Federal de Inversiones) en el año 2006, en TRAMO 1 se ubica sobre las “Líneas de Afectaciones” de crecida de recurrencia de 100, 500 años y de máxima erogación del dique Las Pirquitas, que afectarían a la Cancha, el Camping Municipal y a las viviendas circundantes.

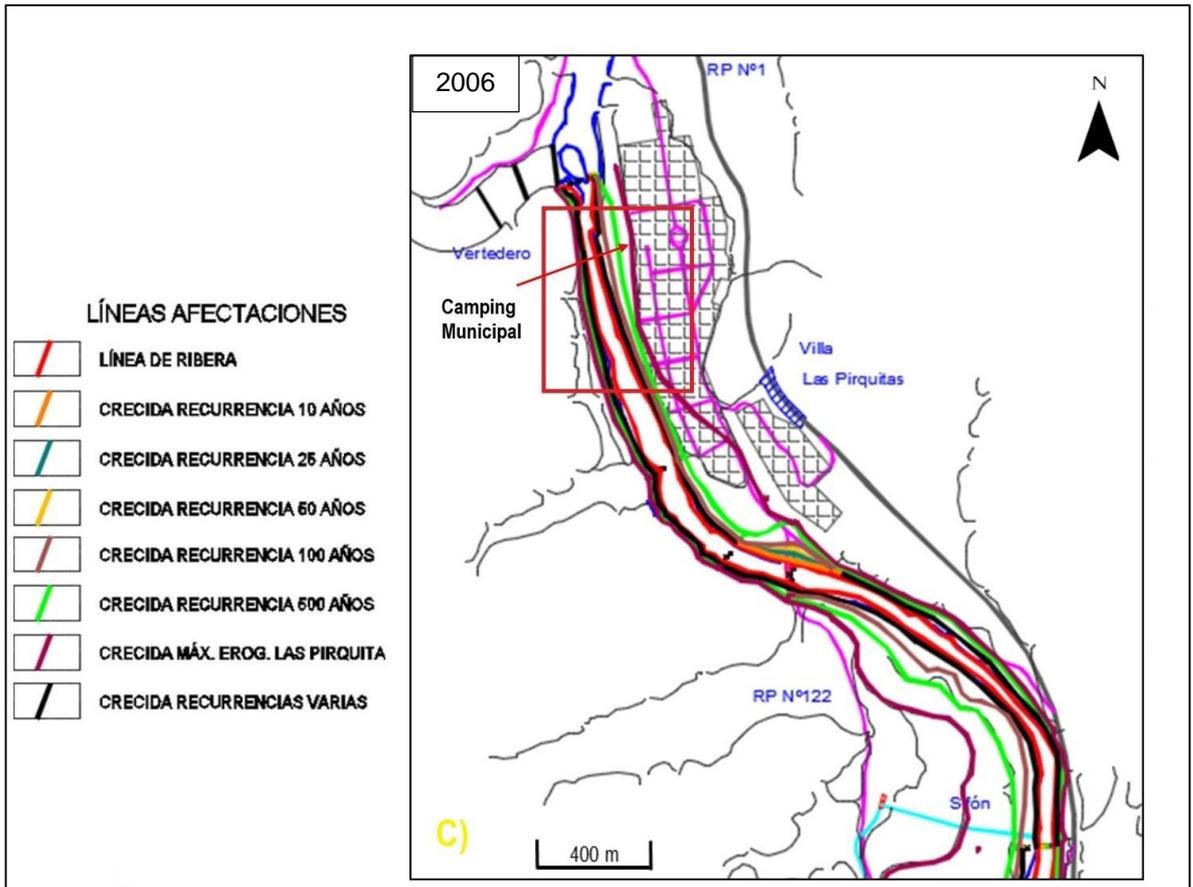


Figura N° 64 C) – Líneas de afectación realizadas por el CFI en el año 2006 – TRAMO 1 – “Campin Municipal” de la localidad de Las Pirquitas - Dpto. Fray Mamerto Esquiú.

La **Figura N° 64 D)**, muestra que gran parte de los sectores mencionados en la Cancha y el Camping Municipal de Pirquitas han desaparecido, tomado lugar el cauce del río volviéndose un poco más ancho que en los años anteriores.

Se define de este modo que la zona de la cancha se mantiene inestable, por ser susceptible a socavación lateral, en la zona del “Camping Municipal” continúa la socavación lateral sobre la margen derecha del Río del Valle presentando cambios en la morfología de la Terraza inferior (T1). El margen izquierdo del río se mantiene estable, no evidencia modificaciones significativas.

Los antecedentes de la creciente ocasionada en el mes de febrero de 2018, evidencia que el Camping Municipal y la Cancha de Villa Las Pirquitas sufrieron importantes inundaciones, si bien, no hubo afectación a las viviendas circundantes, esto indica que la Terraza inferior (T1) del Río del Valle es susceptible de inundación al menos una vez en los últimos 50 años.

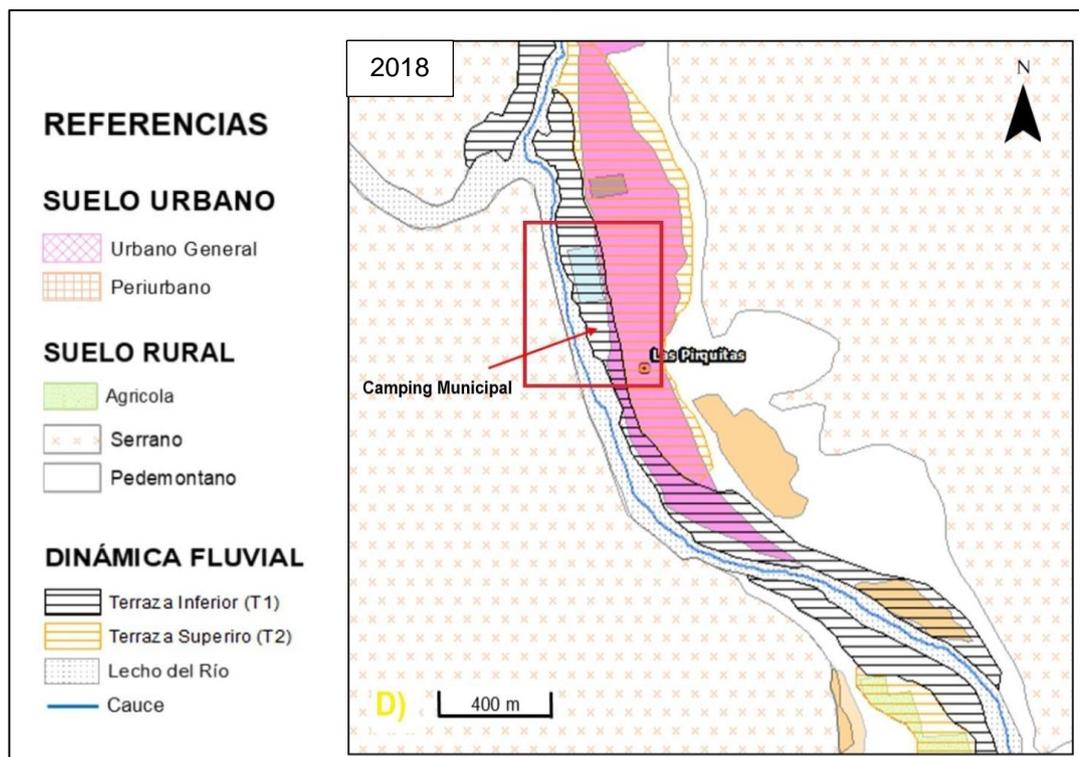


Figura N° 64 D) – Afectación y uso del suelo realizado a base de imagen satelital del año 2018 – TRAMO 1 – “Camping Municipal” de la localidad de Las Piriquitas - Dpto. Fray Mamerto Esquiú.

4.7.3.1.2. TRAMO 2

Este sitio se encuentra ubicado en la localidad de Pomancillo (**Figura N° 65**), consiste en un sector de uso de suelo agrícola, con un pequeño “vivero”, se ubica sobre el Lecho de inundación del Río del Valle y ocupa gran parte de la Terraza inferior (T1).



Figura N° 65: Ubicación del TRAMO 2 – “Vivero” de la localidad de Pomancillo - Dpto. Fray Mamerto Esquiú.

**ANÁLISIS MULTITEMPORAL - TRAMO-2
DPTO. FRAY MAMERTO ESQUIÚ - CATAMARCA**



FIGURA N° 64 (A) - Fotografía aérea del año 1996.

- LÍNEAS AFECTACIONES**
- LÍNEA DE RIBERA
 - CRECIDA RECORRENCIA 10 AÑOS
 - CRECIDA RECORRENCIA 25 AÑOS
 - CRECIDA RECORRENCIA 60 AÑOS
 - CRECIDA RECORRENCIA 100 AÑOS
 - CRECIDA RECORRENCIA 600 AÑOS
 - CRECIDA MÁX. EROG. LAS PIRQUITAS
 - CRECIDA RECORRENCIAS VARIAS

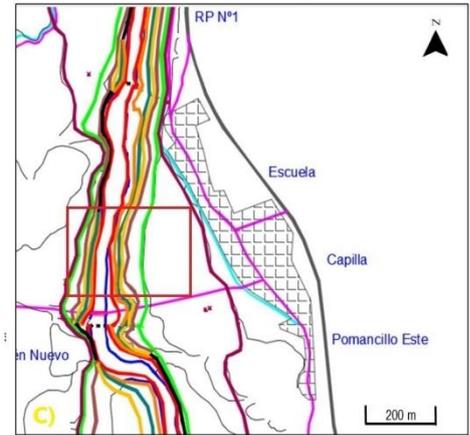


FIGURA N° 64 (C) - Líneas de afectación realizadas por el CFI en el año 2006

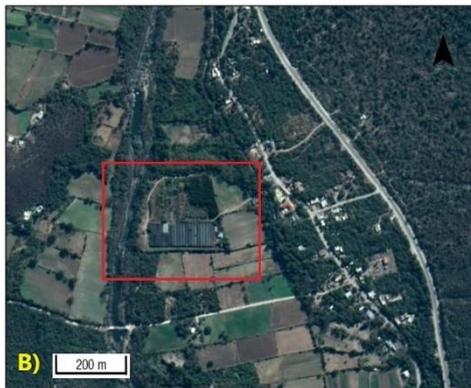


FIGURA N° 64 (B) - Imagen satelital del año 2003.

- REFERENCIAS**
- SUELO URBANO**
- Urbano General
 - Periurbano
- SUELO RURAL**
- Agrícola
 - Serrano
 - Pedemontano
- DINÁMICA FLUVIAL**
- Terraza a Inferior (T1)
 - Terraza a Superior (T2)
 - Lecho del Río
 - Cauce

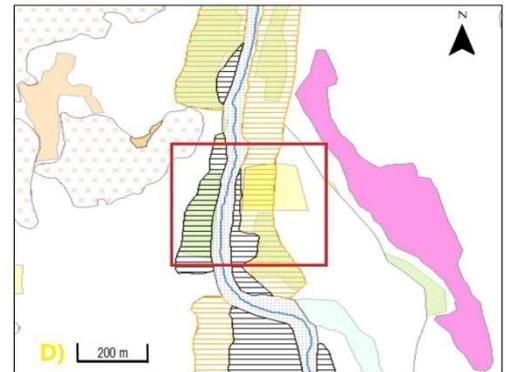
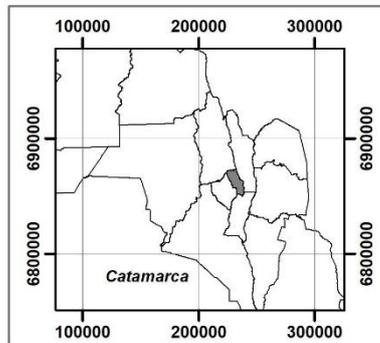
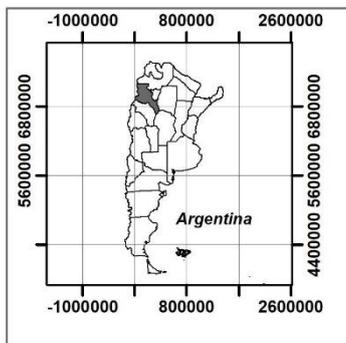


FIGURA N° 64 (D) - Afectación y uso del suelo, realizado a base de imagen satelital del año 2018.

Mapas de Ubicación Relativa



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CATAMARCA Facultad de Tecnología y Ciencias Aplicadas Licenciatura en Geología
AMENAZA HIDRICA Dpto. Fray Mamerto Esquíú - Provincia de Catamarca
Geología Ambiental del Departamento Fray Mamerto Esquíú de la Provincia de Catamarca - Argentina
Sueiro, Aldana Carolina
0 55 110 220 Kilómetros

Figura N° 66: Síntesis del análisis multitemporal del TRAMO 2 identificado como "Vivero", ubicado en la localidad de Pomancillo.

Análisis multitemporal del tramo 2

En la fotografía aérea del año 1996 (Escala 1:25.000), identificada como **Figura N° 66 A)** se puede observar en el rectángulo rojo la parcela donde actualmente se ubica el Vivero de Pomancillo. Con respecto al diseño del cauce se visualiza que su traza varía de rectilíneo a levemente sinuosa; presenta una morfología angosta generando pequeños albardones a lo largo del mismo. La cobertura vegetativa sobre la Terraza inferior y la llanura de inundación del río es abundante.

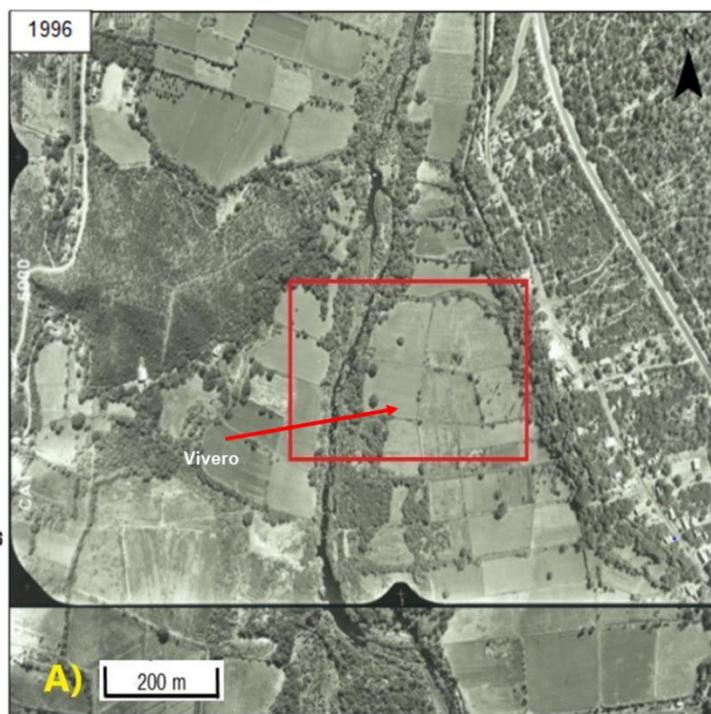


Figura N° 66 A) – Fotografía aérea del año 1996 – TRAMO 2 – “Vivero” de la localidad de Pomancillo - Dpto. Fray Mamerto Esquiú.

En la imagen satelital del año 2003, representada en **Figura N° 66 B)**, se observa que aún no se ha construido el Vivero en la parcela, además se puede ver que el cauce ha modificado su dinámica; pasando de poseer una traza lineal angosta a ser en parte sinuosa y un poco más ancha.



Figura N° 66 B) – Imagen satelital del año 2003 – TRAMO 2 – “Vivero” de la localidad de Pomancillo - Dpto. Fray Mamerto Esquiú.

La **Figura N° 66 C)** se puede observar que el sector del Vivero se mantiene estable. La traza del cauce en este Tramo se vuelve estrecha y entrelazada. La vegetación sobre la Terraza inferior (T1) y la Terraza superior (T2) ha aumentado notablemente.

El informe realizado por el CFI (Consejo Federal de Inversiones) muestra que el sector definido en este estudio como “TRAMO 2, se sitúa dentro de las “Líneas de Afectaciones” en crecidas extraordinarias del Río del Valle para los 10, 50 años y máxima erogación del dique, si bien, solo se tiene antecedentes de inundación sin pérdidas materiales durante la crecida del año 2017, se lo identifica como un tramo que sería alcanzado por crecidas del Río del Valle al menos una vez en los últimos 50 años, pudiendo ocasionar daños a la agricultura y ganadería de la zona.

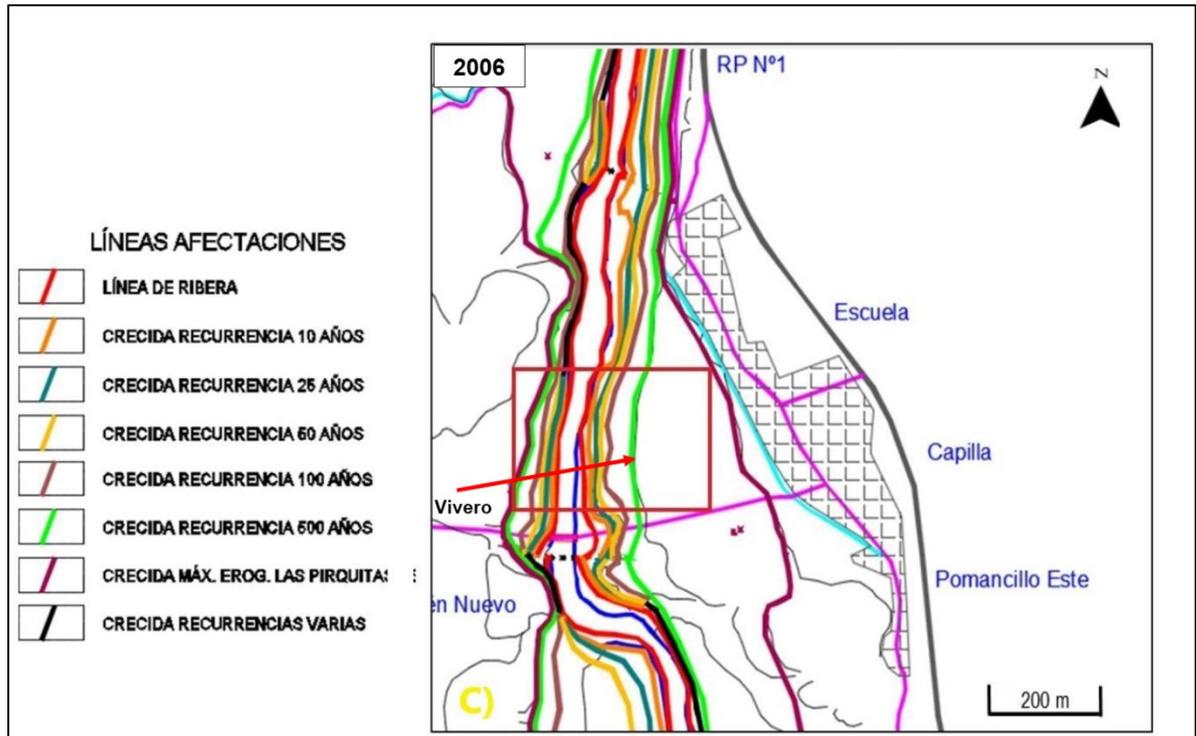


Figura N° 66 C) – Líneas de afectación realizadas por el CFI en el año 2006 – TRAMO 2 – “Vivero” de la localidad de Pomancillo - Dpto. Fray Mamerto Esquiú.

La **Figura N° 66 D)**, se observa que el Vivero ocupa parte del lecho mayor del Río del Valle, la totalidad de la Terraza inferior (T1) y parcialmente la Terraza superior (T2).

Durante el periodo estival correspondiente al año 2018 se llevó a cabo una creciente importante del río, lo que provocó que la parcela donde se emplaza el Vivero se vea inundada en su totalidad; fincas aledañas han sido alcanzadas también por esta inundación. Dicha crecida ocupó el lecho mayor del río y la Terraza inferior (T1), observando una importante pérdida de terreno en la margen derecha del cauce.

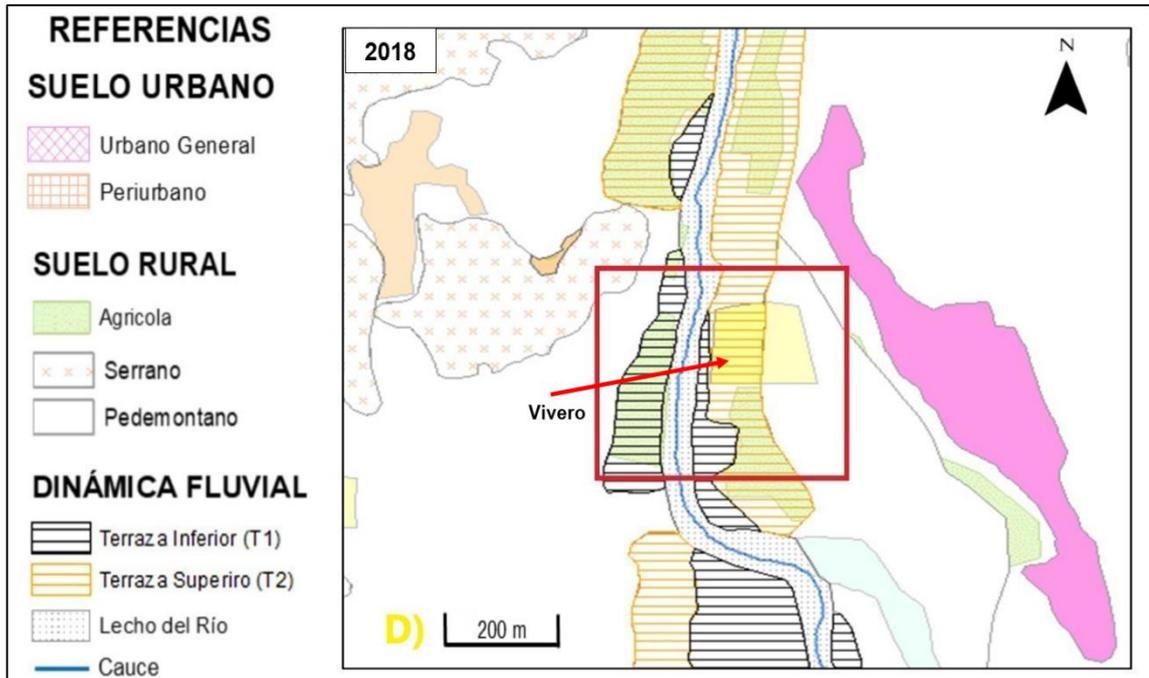


Figura N° 66 D) – Afectación y uso del suelo realizado a base de imagen satelital del año 2018 – TRAMO 2 – “Vivero” de la localidad de Pomancillo - Dpto. Fray Mamerto Esquiú.

4.7.3.1.3. TRAMO 3

Este sitio se encuentra ubicado en la localidad de Pomancillo Este, hacia el Sur del “TRAMO 2”, consiste en un sector periurbano, con usos del suelo mixtos, el mismo fue denominado “TRAMO 3” (Figura N° 67), donde se puede ver que las zonas construidas están a metros de un paleocauce.



Figura N° 67: Ubicación del TRAMO 3 – “Barrio periurbano” de la localidad de Pomancillo Este - Dpto. Fray Mamerto Esquiú.

**ANÁLISIS MULTITEMPORAL - TRAMO-3
DPTO. FRAY MAMERTO ESQUIÚ - CATAMARCA**

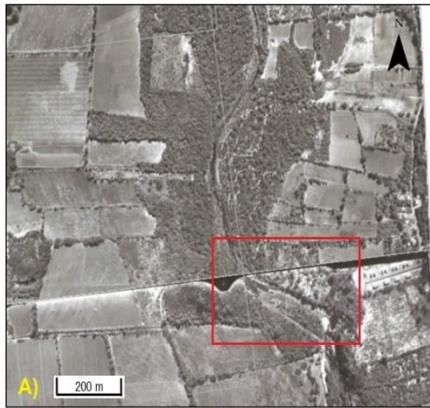


FIGURA N° 66 (A) - Fotografía aérea del año 1996.

- LÍNEAS AFECTACIONES**
- LÍNEA DE RIBERA
 - CRECIDA RECURRENCIA 10 AÑOS
 - CRECIDA RECURRENCIA 25 AÑOS
 - CRECIDA RECURRENCIA 60 AÑOS
 - CRECIDA RECURRENCIA 100 AÑOS
 - CRECIDA RECURRENCIA 500 AÑOS
 - CRECIDA MÁX. EROG. LAS PIRQUITAS
 - CRECIDA RECURRENCIAS VARIAS

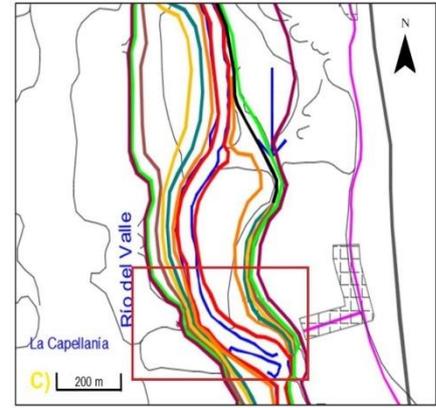


Figura N° 66 (C) - Líneas de afectación realizadas por el CFI en el año 2006

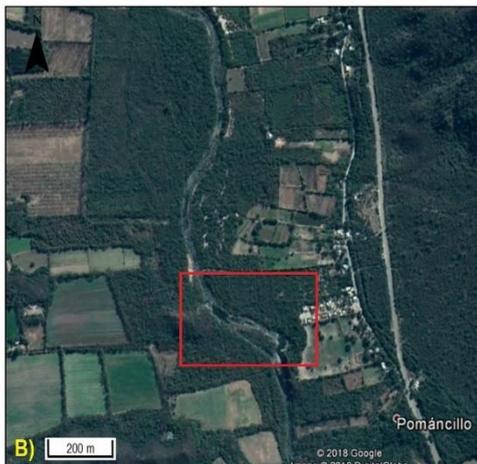


FIGURA N° 66 (B) - Imagen satelital del año 2003.

- REFERENCIAS**
- SUELO URBANO**
- Urbano General
 - Periurbano
- SUELO RURAL**
- Agrícola
 - Serrano
 - Pedemontano
- DINÁMICA FLUVIAL**
- Terraza inferior (T1)
 - Terraza Superior (T2)
 - Paleocauce
 - Lecho del Río
 - Cauce

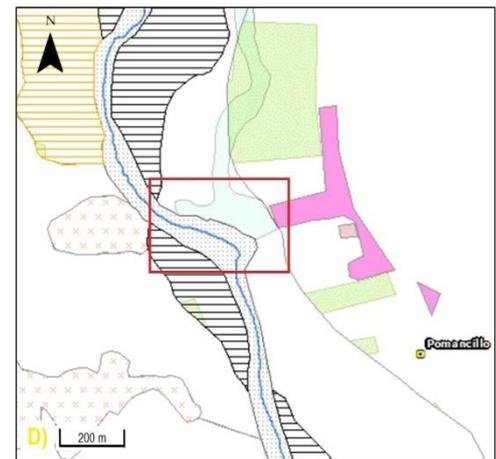
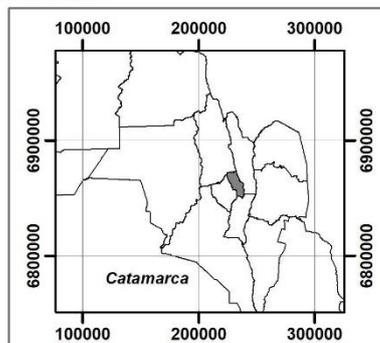
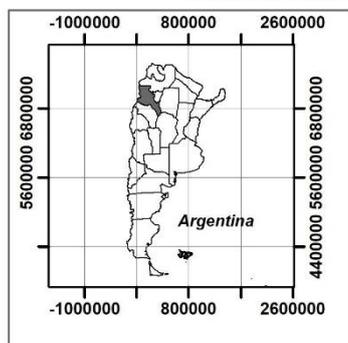


Figura N° 66 (D) - Afectación y uso del suelo, realizado a base de imagen satelital del año 2018.

Mapas de Ubicación Relativa



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CATAMARCA Facultad de Tecnología y Ciencias Aplicadas Licenciatura en Geología
AMENAZA HIDRICA Dpto. Fray Mamerto Esquíú - Provincia de Catamarca
Geología Ambiental del Departamento Fray Mamerto Esquíú de la Provincia de Catamarca - Argentina
Sueiro, Aldana Carolina
0 55 110 220 Kilómetros

Figura N° 68: Síntesis del análisis multitemporal del TRAMO 3, identificado como “Barrio periurbano”, ubicado en la localidad de Pomancillo Este - Dpto. Fray Mamerto Esquíú.

Análisis multitemporal del tramo-3

En la fotografía aérea del año 1996 (Escala 1:25.000), identificada como **Figura N° 68 A)** se puede observar en el rectángulo rojo el Barrio periurbano en construcción sobre la margen derecha del Río del Valle. El cauce posee una traza lineal con una curvatura hacia el Este, tomando un carácter meandroso y angosto. Al Este del cauce sobre la margen derecha se observa una parcela deforestada y la construcción de un Barrio, limitado al Norte por una línea de drenaje inactiva, tapizada por la vegetación.

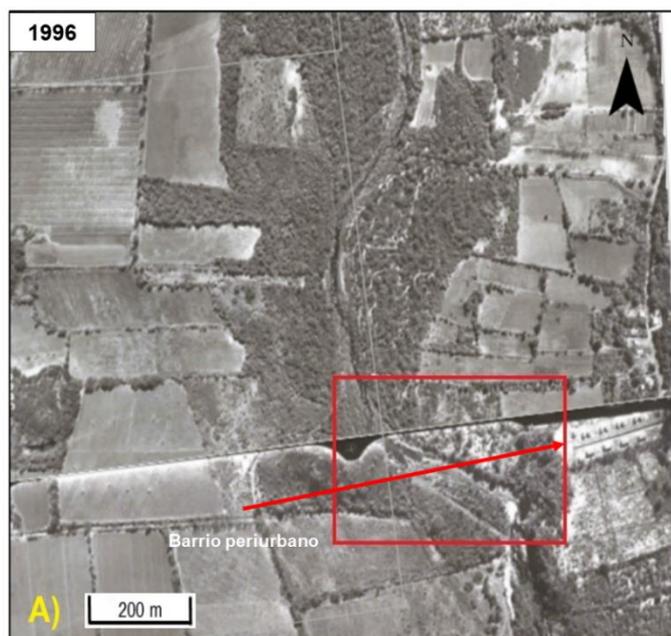


Figura N° 68 A): Fotografía aérea del año 1996 – TRAMO 3 – “Barrio periurbano” de la localidad de Pomancillo Este - Dpto. Fray Mamerto Esquiú.

En la imagen satelital del año 2003 identificada como **Figura N° 68 B)**, se puede visualizar una estabilidad en el cauce, manteniendo las características morfológicas descritas para el año 1996. Se observa un aumento considerable de la cubierta vegetativa en el sector Este del cauce, viéndose reducidos los espacios sin cubierta vegetativa, evidenciando la estabilidad del sector.

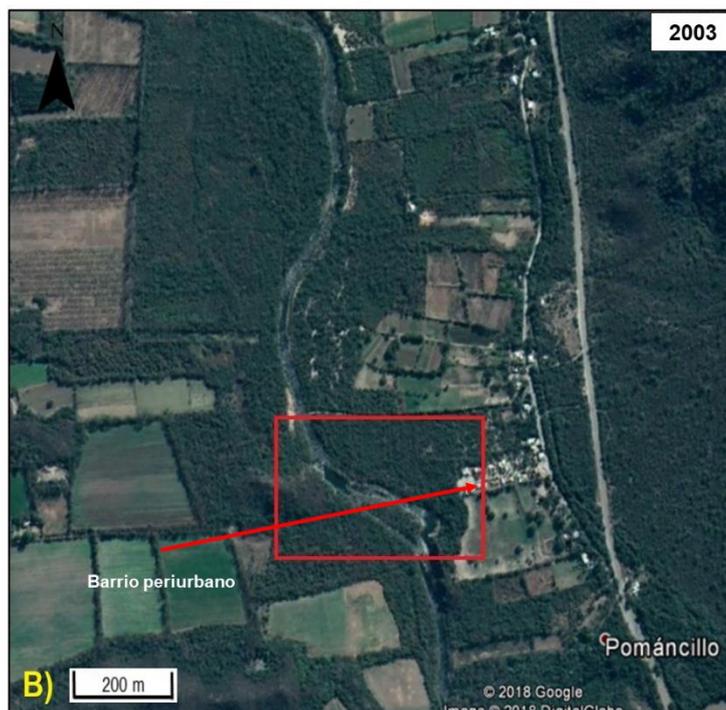


Figura N° 68 B): Imagen satelital del año 2003 – TRAMO 3 – “Barrio periurbano” de la localidad de Pomancillo Este - Dpto. Fray Mamerto Esquiú.

De acuerdo al informe del CFI (Consejo Federal de Inversiones), el sector definido como “TRAMO 3”, se encuentra situado en una zona estable, si bien, en dicho informe las “Líneas de Afectaciones” de crecidas no tocan este sector, la máxima erogación del dique las Pirquitas podría alcanzar las construcciones que se encuentran a metros de un paleocauce que en épocas de crecidas extraordinarias del Río del Valle podría reactivarse y ocasionar daños; se puede visualizar en la **Figura N° 68 C)**. La expansión periurbana en este tramo avanza considerablemente sin planificaciones previas.

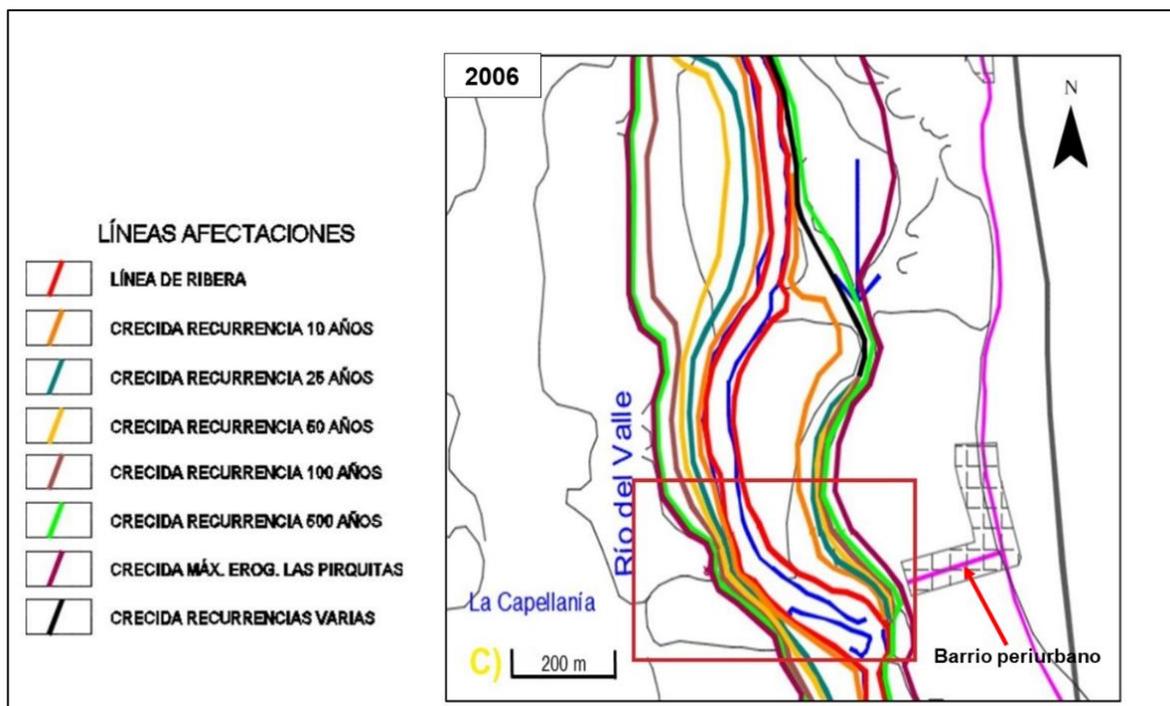


Figura N° 68 C): Líneas de afectación realizadas por el CFI en el año 2006 – TRAMO 3– “Barrio periurbano” de la localidad de Pomancillo Este - Dpto. Fray Mamerto Esquiú.

Se tiene evidencia de inundaciones en fincas y parcelas dedicadas a la actividad agrícola y ganadera, con pérdidas materiales; producto de una crecida importante del Río del Valle en el mes de febrero del 2018. Si bien, la inundación no alcanzó a las viviendas del Barrio periurbano, es posible que las mismas se vean afectadas ante otro fenómeno de similares características o de mayor potencia; ya que, estas viviendas se encuentran emplazadas a metros de un paleocauce inactivo y la expansión urbana del sector se desarrolla actualmente sobre el mismo, **Figura N° 68 D).**

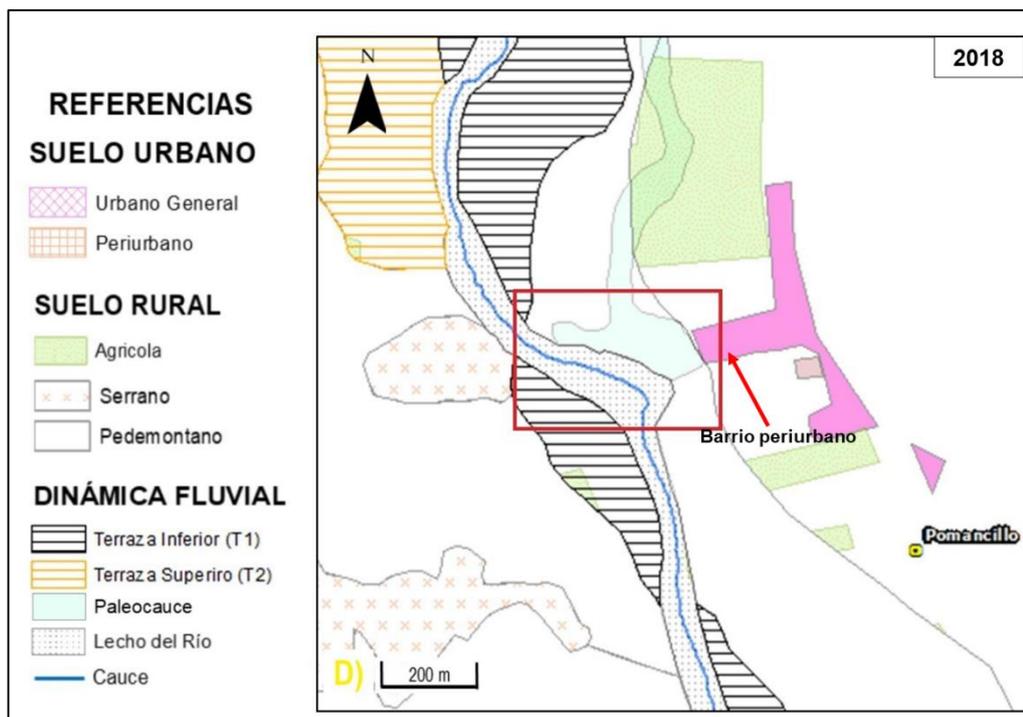


Figura N° 68 D): Afectación y uso del suelo realizado a base de imagen satelital del año 2018– TRAMO 3– “Barrio periurbano” de la localidad de Pomancillo Este - Dpto. Fray Mamerto Esquíú.

4.7.3.1.4. TRAMO 4

El sitio se encuentra en la localidad de Pomancillo Oeste (**Figura N° 69**), consiste en un sector de uso de suelo Industrial ganadero. Se ubica sobre el Lecho de inundación del Río del Valle, ocupa gran parte de las Terrazas inferior (T1) y superior (T2), en contacto con un paleocauce en el sector Este.

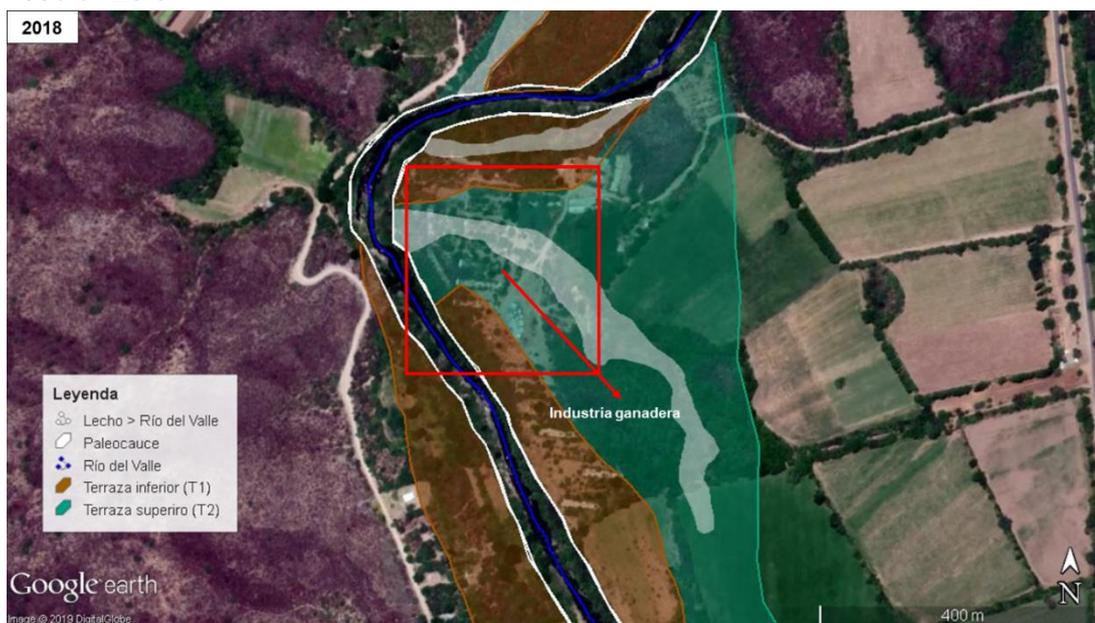


Figura N° 69: Ubicación del TRAMO 4 – “Industria ganadera” de la localidad de Pomancillo Oeste - Dpto. Fray Mamerto Esquíú.

**ANÁLISIS MULTITEMPORAL - TRAMO-4
DPTO. FRAY MAMERTO ESQUIÚ - CATAMARCA**



Figura N° 68 (A) - Fotografía aérea del año 1996.

- LÍNEAS AFECTACIONES**
- LÍNEA DE RIBERA
 - CRECIDA RECURRENCIA 10 AÑOS
 - CRECIDA RECURRENCIA 25 AÑOS
 - CRECIDA RECURRENCIA 60 AÑOS
 - CRECIDA RECURRENCIA 100 AÑOS
 - CRECIDA RECURRENCIA 600 AÑOS
 - CRECIDA MÁX. EROG. LAS PIRQUITAS
 - CRECIDA RECURRENCIAS VARIAS

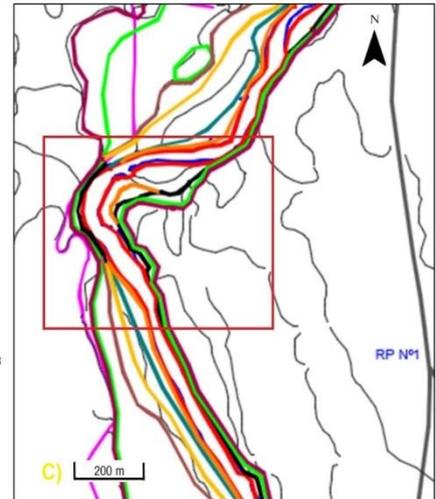


Figura N° 68 (C) - Líneas de afectacion realizadas por el CFI en el año 2006.

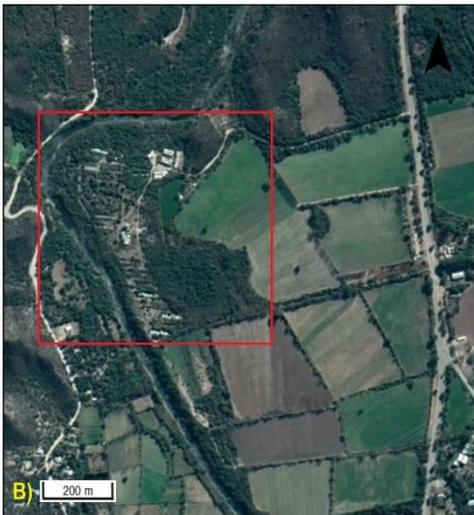


Figura N° 68 (B) - Imagen satelital del año 2003

- REFERENCIAS**
- SUELO URBANO**
- Urbano General
 - Periurbano
- SUELO RURAL**
- Agrícola
 - Serrano
 - Pedemontano
- DINÁMICA FLUVIAL**
- Terraza Inferior (T1)
 - Terraza Superior (T2)
 - Lecho del Río
 - Cauce

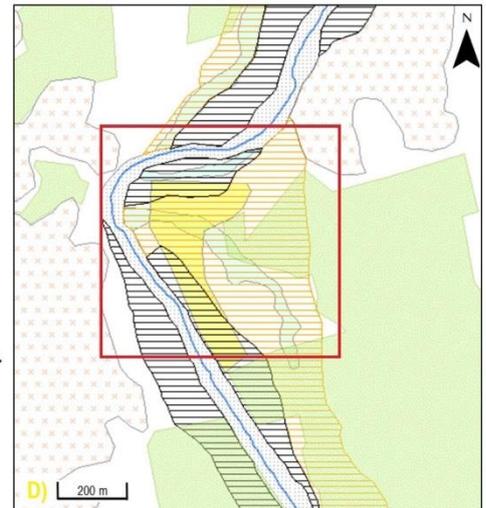
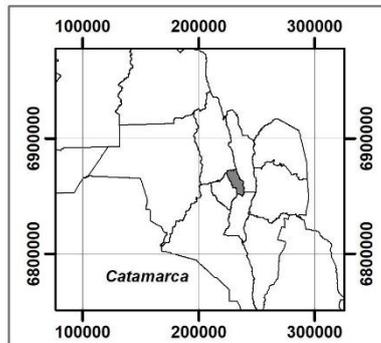
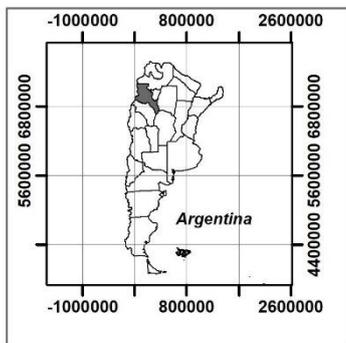


Figura N° 68 (D) - Afectacion y uso del suelo, realizado a base de imagen satelital del año 2018.

Mapas de Ubicación Relativa



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CATAMARCA Facultad de Tecnología y Ciencias Aplicadas Licenciatura en Geología
AMENAZA HIDRICA Dpto. Fray Mamerto Esquíú - Provincia de Catamarca
Geología Ambiental del Departamento Fray Mamerto Esquíú de la Provincia de Catamarca - Argentina
Sueiro, Aldana Carolina
Kilómetros 0 55 110 220

Figura N° 70: Síntesis del análisis multitemporal del TRAMO 4, identificado como "Industria ganadera", en la localidad de Pomancillo Oeste - Dpto. Fray Mamerto Esquíú.

Análisis multitemporal del Tramo 4

En la fotografía aérea del año 1996 (Escala 1:25.000), identificada como **Figura N° 70 A)** se puede observar en el rectángulo rojo el sector identificado como “Industria ganadera”; se trata de galpones usados como criaderos de gallinas y chanchos de la familia Figueroa.

En cuanto al diseño del cauce, este presenta una traza ondulosa, tomando forma de meandro, la Industria se emplaza sobre el margen derecho del Río del Valle ocupando en parte el lecho mayor de este y las Terrazas inferior (T1) y superior (T2); se distingue además que, esta construcción ha generado la deforestación de las terrazas dejando al descubierto gran parte del sector.



Figura N° 70 A): Fotografía aérea del año 1996 – TRAMO 4 – “Industria ganadera” de la localidad de Pomancillo Oeste - Dpto. Fray Mamerto Esquiú.

En la imagen satelital del año 2003 identificada como **Figura N° 70 B)**, se puede visualizar una estabilidad en el cauce, manteniendo las características morfológicas descritas para el año 1996. Se observa un aumento considerable de la cubierta vegetativa en el sector Este del cauce, viéndose reducidos los espacios sin cubierta vegetativa, evidenciando la estabilidad del sector ante inundaciones.

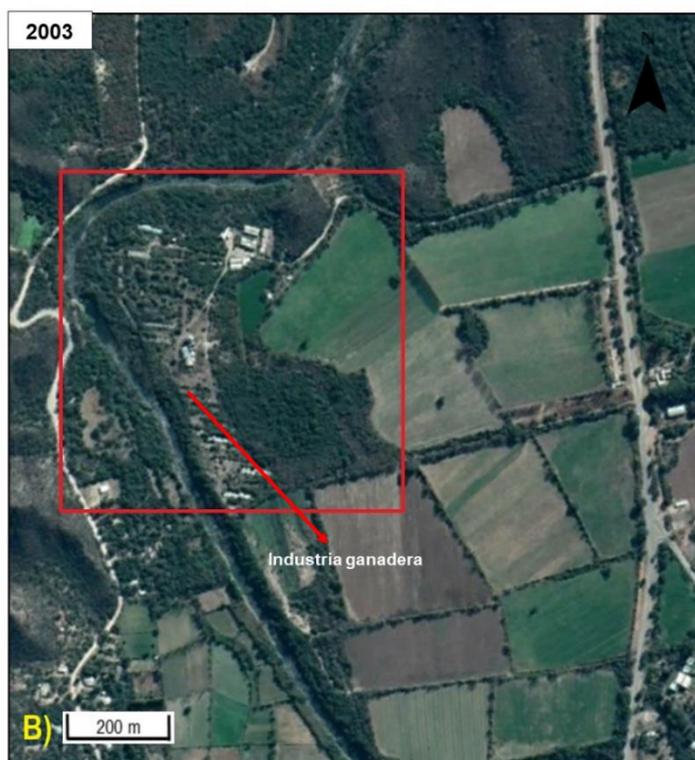


Figura N° 70 B): Imagen satelital del año 2003 – TRAMO 4 – “Industria ganadera” de la localidad de Pomancillo Oeste - Dpto. Fray Mamerto Esquiú.

Tal como se observa en la **Figura N° 70 C)**, el “TRAMO 4”, ubicado en la localidad de Collagasta, en el circuito Norte del área de estudio, en el tránsito superior del Río de Valle. Según el informe de CFI (Consejo Federal de Inversiones) se sitúa dentro de las líneas de recurrencia de 50, 100, 500 años y máxima erogación del dique de Pirquitas.

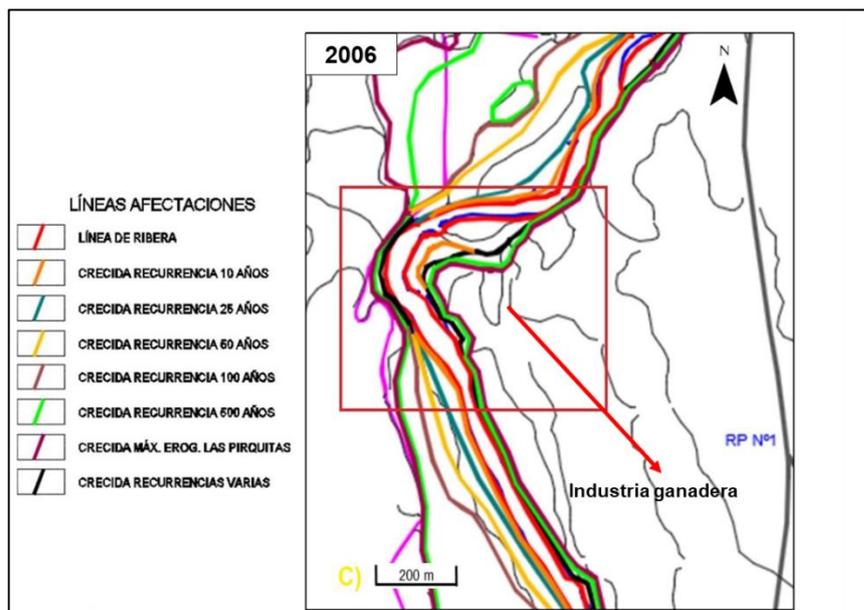


Figura N° 70 C): Líneas de afectación realizadas por el CFI en el año 2006 – TRAMO 4 – “Industria ganadera” de la localidad de Pomancillo Oeste - Dpto. Fray Mamerto Esquiú.

El análisis Multitemporal realizado en **Figura N° 70 D)**, arroja como resultado que la dinámica fluvial del Río del Valle ha ido cambiando en los últimos años, generando inundaciones en fincas, ocasionando pérdidas económicas. Si bien no se tienen antecedentes de pérdidas de viviendas, los antecedentes de inundaciones en este sector son relevantes, por lo que se define como un tramo susceptible a inundaciones.

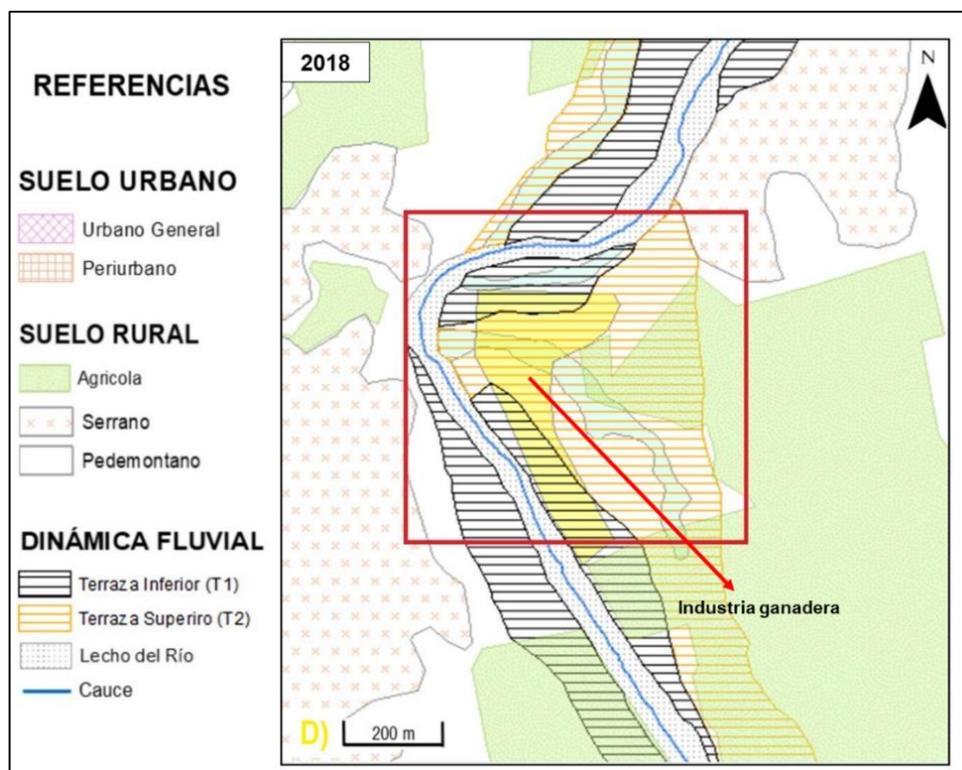


Figura N° 70 D): Afectación y uso del suelo realizado a base de imagen satelital del año 2018 – TRAMO 4 – “Industria ganadera” de la localidad de Pomancillo Oeste - Dpto. Fray Mamerto Esquiú.

4.7.3.1.5. TRAMO 5

En este tramo el uso principal del suelo es agrícola, se determinó, además, dos zonas mediante análisis de imágenes satelitales, la primera zona en recuadro rojo es un sector de viviendas periurbanas en la localidad de Collagasta y la segunda zona en recuadro amarillo definida como Campin Municipal de La Carrera, (**Figura N° 71**).

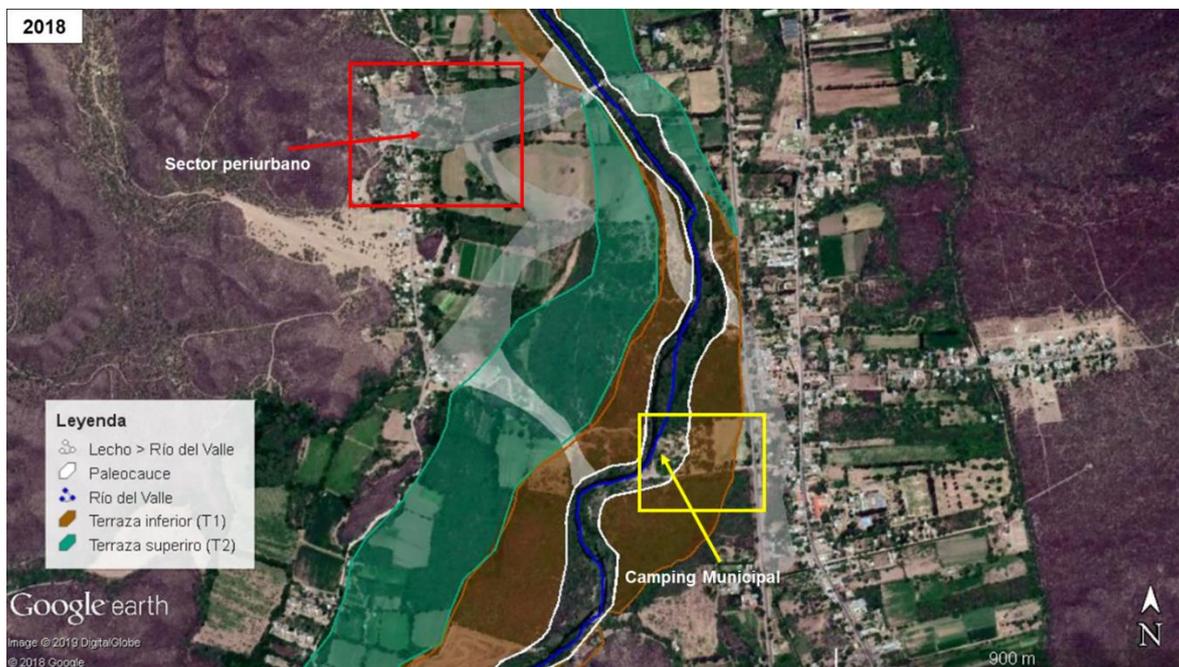


Figura N° 71: Ubicación del TRAMO 5 – en las localidades de Collagasta y La Carrea - Dpto. Fray Mamerto Esquiú.

**ANÁLISIS MULTITEMPORAL - TRAMO-5
DPTO. FRAY MAMERTO ESQUIÚ - CATAMARCA**

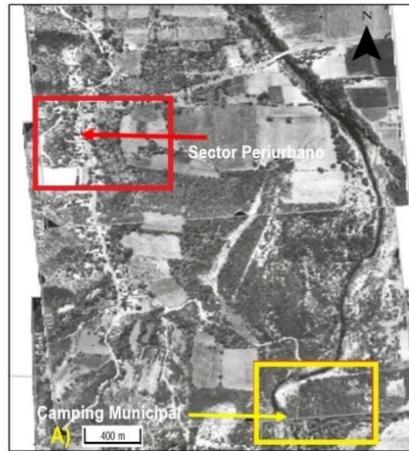


Figura N° 70 (A) - Imagen satelital del año 1996.

- LÍNEAS AFECTACIONES**
- LÍNEA DE RIBERA
 - CRECIDA RECURRENCIA 10 AÑOS
 - CRECIDA RECURRENCIA 25 AÑOS
 - CRECIDA RECURRENCIA 60 AÑOS
 - CRECIDA RECURRENCIA 100 AÑOS
 - CRECIDA RECURRENCIA 500 AÑOS
 - CRECIDA MÁX. EROG. LAS PIRQUITAS
 - CRECIDA RECURRENCIAS VARIAS

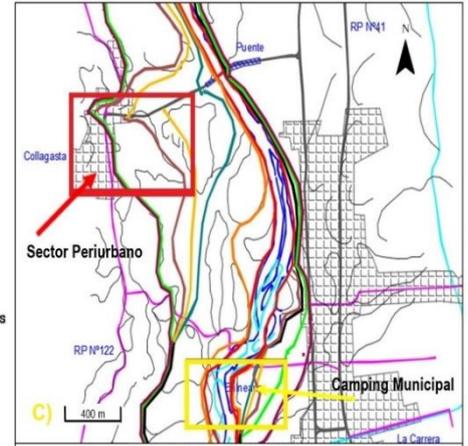


Figura N° 70 (C) - Líneas de afectación realizadas por el CFI en el año 2006.

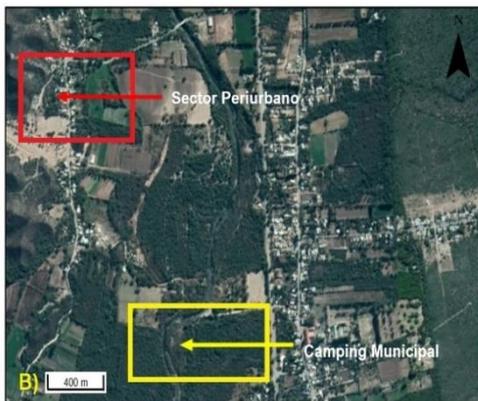


Figura N° 70 (B) - Imagen satelital del año 2003.

REFERENCIAS

SUELO URBANO

- Urbano General
- Periurbano

SUELO RURAL

- Agrícola
- Serrano
- Pedemontano

DINÁMICA FLUVIAL

- Terraza Inferior (T1)
- Terraza Superior (T2)
- Lecho del Río
- Cauce

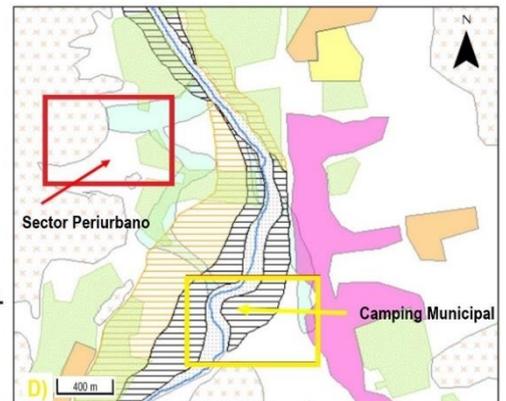
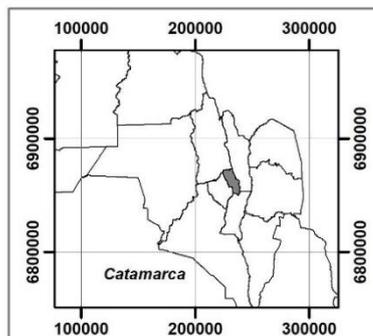
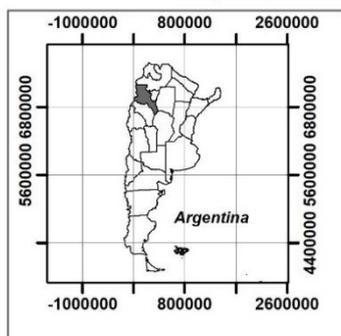


Figura N° 70 (D) - Afectación y uso del suelo, realizado a base de imagen satelital del año 2018.

Mapas de Ubicación Relativa



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CATAMARCA Facultad de Tecnología y Ciencias Aplicadas Licenciatura en Geología
AMENAZA HIDRICA Dpto. Fray Mamerto Esquíú - Provincia de Catamarca
Geología Ambiental del Departamento Fray Mamerto Esquíú de la Provincia de Catamarca - Argentina
Sueiro, Aldana Carolina
0 55 110 220 Kilómetros

Figura N° 72: Síntesis del análisis multitemporal del TRAMO 5, en las localidades de Collagasta y La Carrera - Dpto. Fray Mamerto Esquíú.

Análisis multitemporal del Tramo 5

En la fotografía aérea del año 1996 (Escala 1:25.000), identificada como **Figura N° 72 A)** se puede observar en el rectángulo rojo el sector identificado como “Sector periurbano”; que se trata de construcciones de viviendas de barrio ubicadas en el sector Oeste del Río del Valle, estas construcciones se encuentran alejadas de los principales núcleos urbanos del Dpto. y están emplazadas en una zona estable. En cuanto al diseño del cauce, este presenta una traza ondulosa y estrecha.

Por otro lado, se puede observar en el rectángulo amarillo el sector definido como “Camping Municipal” de la localidad de La Carrera, en el margen derecho del Río del Valle, donde la traza del mismo se vuelve ondulosa en forma de meandro.

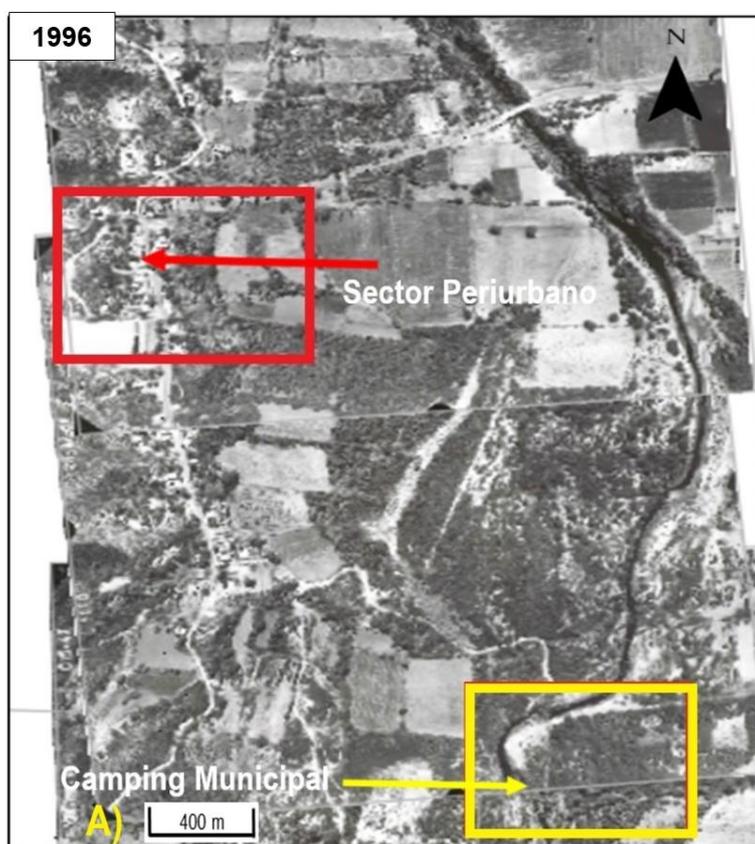


Figura N° 72 A): Fotografía aérea del año 1996 - TRAMO-5 – en las localidades de Collagasta y La Carrea - Dpto. Fray Mamerto Esquiú.

En la imagen satelital del año 2003 identificada como **Figura N° 72 B)**, se puede visualizar una estabilidad en el cauce, manteniendo las características morfológicas descritas para el año 1996. Se observa un aumento considerable de la cubierta vegetativa en el sector Este del cauce, viéndose reducidos los espacios sin cubierta vegetativa, evidenciando la estabilidad del sector ante inundaciones.

En existencia de pequeños paleocauces en la zona, que en una crecida extraordinaria o colmatación del Dique de Pirquitas funcionaría como un área de descarga pudiendo ocasionar daños o pérdidas

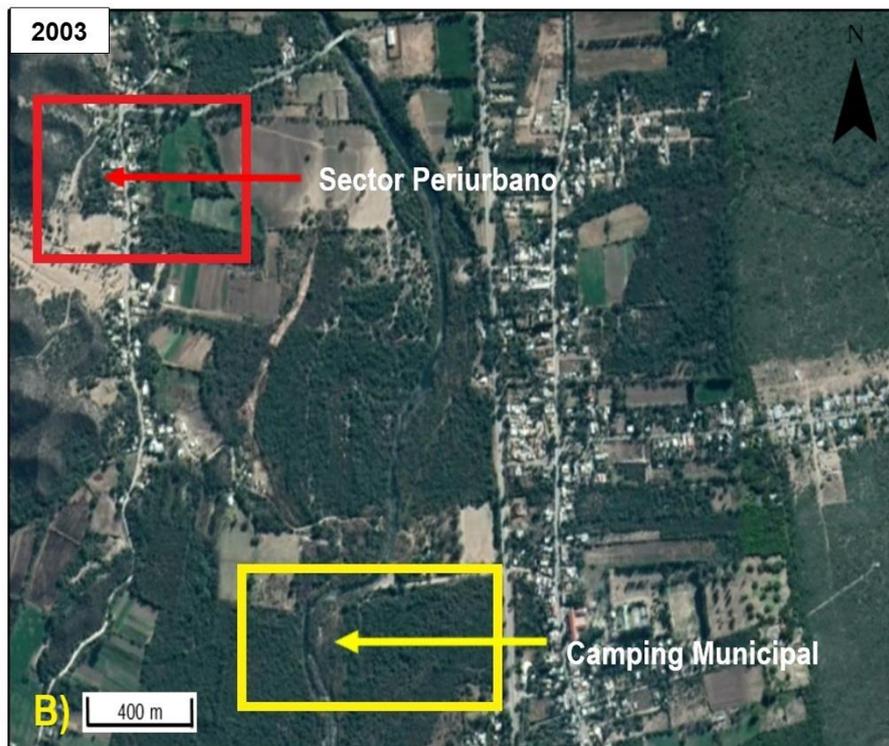


Figura N° 72 B): Imagen satelital del año 2003 – TRAMO 5 – en las localidades de Collagasta y La Carrea - Dpto. Fray Mamerto Esquiú.

Tal como se observa en la **Figura N° 72 C)**, el “TRAMO 5”, ubicado en la localidad de Collagasta, en el circuito Norte del área de estudio, en el tránsito superior del Río del Valle. Según el informe de CFI (Consejo Federal de Inversiones) se sitúa dentro de las líneas de recurrencia de 50, 100, 500 años y máxima erogación del dique de Pirquitas. El informe del CFI (Consejo Federal de Inversiones) indica que las líneas de crecidas de recurrencia de 50, 100, 500 años y de máxima erogación del dique de Pirquitas afectaría al sector periurbano de viviendas construidas en la localidad de Collagasta (primer punto identificado en el TRAMO 5).

Existen evidencias de inundaciones en este sector donde el camino de acceso al puente se ve sobrepasado durante crecidas extraordinarias dejando aislada a la población, Consejo Federal de Inversiones (2006).

En el Camping Municipal de la localidad de La Carrera (segundo punto identificado en el TRAMO 5), según el informe del CFI las líneas de crecidas recurrentes del Río del Valle de 25, 50, 100, 500 años y máxima erogación del dique de Pirquitas afectaría los terrenos sobre los que se encuentra ubicado el Camping.

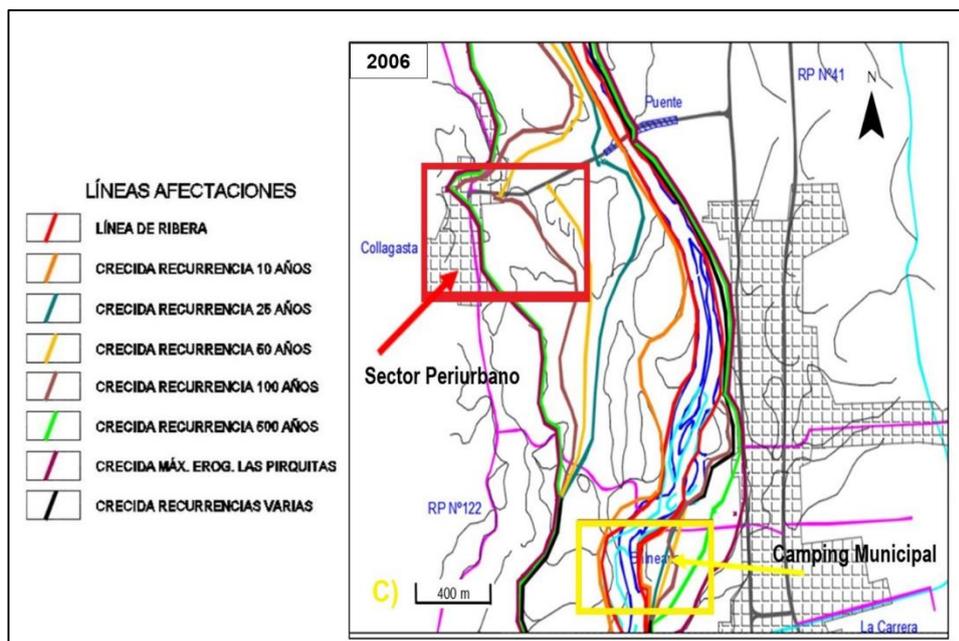


Figura N° 72 C): Líneas de afectación realizadas por el CFI en el año 2006 – TRAMO 5 – en las localidades de Collagasta y La Carrea - Dpto. Fray Mamerto

En la **Figura N° 72 D)**, se pueden visualizar los puntos susceptibles ante crecidas del Río del Valle, el primer punto ubicado en la localidad de Collagasta, que corresponde a un sector periurbano de viviendas delimitado en un rectángulo rojo y el segundo punto ubicado en el Camping Municipal de la localidad de La Carrera.

Las evidencias muestran que el Camping Municipal se encuentra emplazado sobre la Terraza inferior (T1) que es susceptible a inundaciones, esto se hizo evidente durante la crecida de febrero de 2018 donde las aguas del Río del Valle alcanzaron los terrenos de la Cancha de La Carreara a metros de la Ruta Provincial 1. Si bien, no se tienen antecedentes de pérdidas, las inundaciones en este tramo son una constante, ante crecidas del Río del Valle.

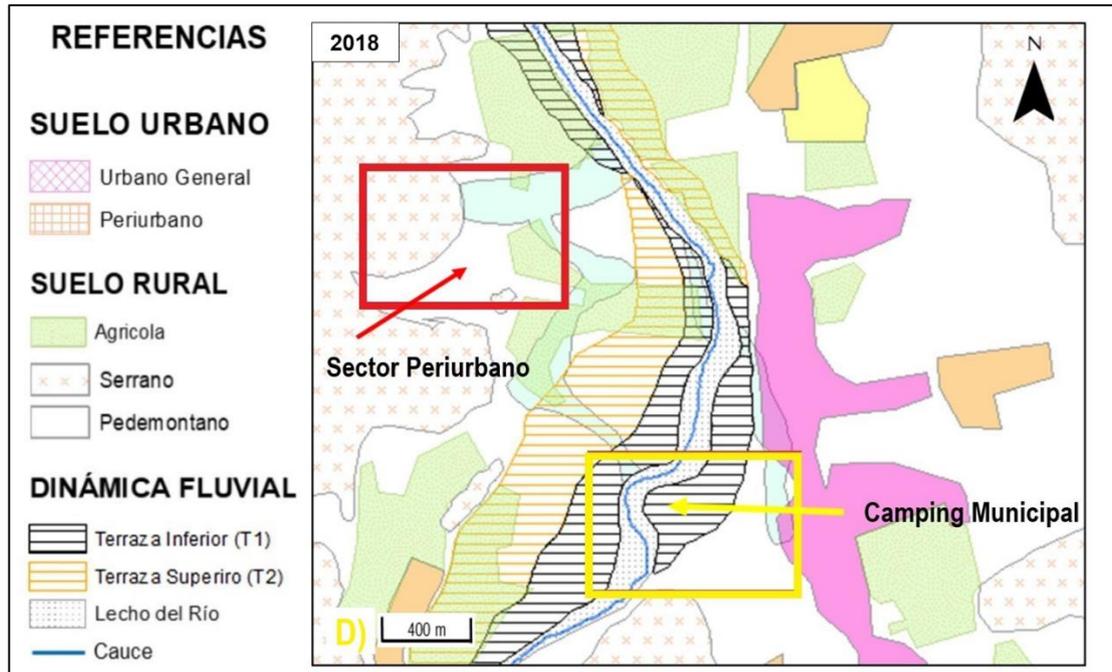


Figura N° 72 D): *Afectación y uso del suelo realizado a base de imagen satelital del año 2018 – TRAMO 5 – en las localidades de Collagasta y La Carrea - Dpto. Fray Mamerto Esquiú.*

4.7.3.2. ZONAS SUSCEPTIBLES A ANEGAMIENTO – SUELO URBANO

El anegamiento y las inundaciones en los emplazamientos urbanos pueden provocar daños en las viviendas.

En la localidad del Hueco de San Antonio, es muy frecuente la acumulación de agua en sectores deprimidos donde se ubicaban antiguas cavas de explotación de materiales finos para la actividad ladrillera, imposibilitando el escurrimiento superficial. El agua queda en la superficie por un tiempo prolongado ya que, la infiltración es muy lenta, por el tipo de suelos finos, limos arcillosos o arenas muy finas limo-arcillosas, y la poca profundidad de la napa freática, y la ausencia de obras hidráulicas de desagüe.

Las precipitaciones de este verano han generado problemas de anegamiento y ascenso de napas en sectores planos y de antiguas cavas.

En la **Figura N° 73** se puede observar el sector ubicado en El Hueco de San Antonio donde los problemas de anegamiento se detectan con frecuencia.



Figura N° 73: Ubicación de antigua ladrillera, donde se evidencian problemas de anegamiento de suelos, en la localidad de El Hueco de San Antonio, Dpto. Fray Mamerto Esquiú.

4.7.3.3. TORMENTAS

Las fuertes lluvias, son periódicas, de verano (noviembre a marzo), irregulares, violentas, torrenciales y hasta perjudiciales para el suelo, especialmente por la escasa cobertura vegetal.

Pueden ocasionar daños en el alumbrado público, en viviendas precarias, caminos rurales, etc. En la zona de estudio en rango de ocurrencia general de esta amenaza es Bajo a Muy Bajo, para los tres Circuitos.

El día 6 de febrero de 2018, se registró una intensa tormenta eléctrica, acompañada de granizo y fuertes ráfagas de viento sur que llegaron a los 90 km por hora, se desató pasadas las 6 de la mañana de ayer, dejando distintos sectores de Capital, Valle Viejo y Fray Mamerto Esquiú totalmente inundados, además de causar la caída de árboles y postes del tendido eléctrico (**Figuras N° 74 y N° 75**).

De acuerdo con los datos proporcionados por la estación meteorológica ubicada en el CAPE, cayeron hasta el mediodía 93,2 mm. que sumado a los 18mm que se registraron hace aproximadamente una semana sumó 111,2 mm de agua caída y superó la media prevista para este mes, que es de 68mm. El fenómeno trajo aparejado un descenso de temperatura de 26 °C a las 6:55 a 19°C a las 7:22. o sea, que en menos de media hora descendió 7 °C, posteriormente la máxima alcanzó los 28,4 °C.



Figura N° 74: Tormenta registrada en el mes de febrero del 2018 en el Dpto. Fray Mamerto Esquiú. Inundación en RP 41.

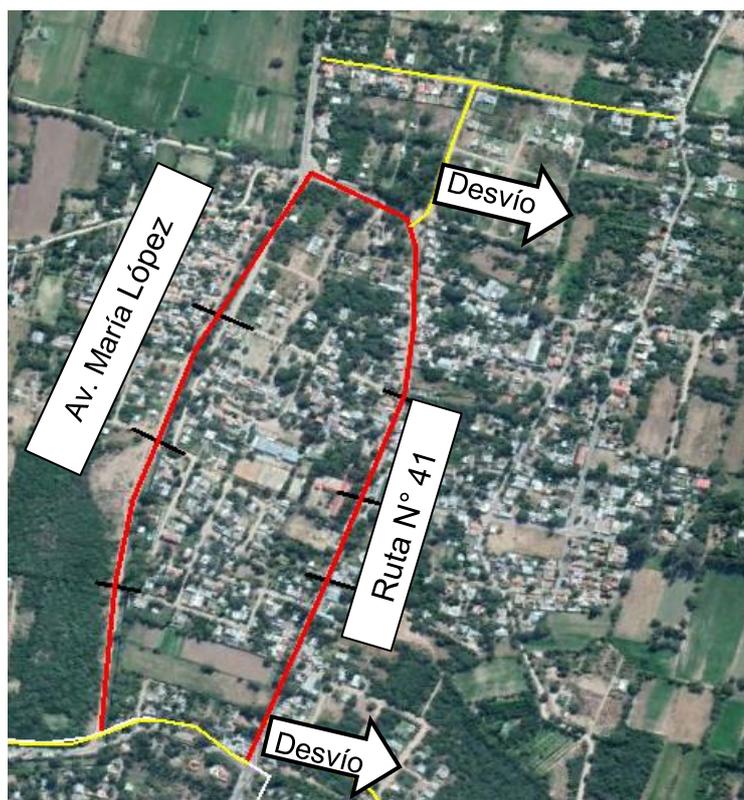


Figura N° 75: Vías de acceso interrumpidas por inundación producto de la Tormenta torrencial durante el mes de febrero del 2018, en la localidad de San Antonio, Dpto. Fray Mamerto Esquiú.

4.7.3.4. SEQUIAS

Las sequías son períodos secos prolongados en los ciclos climáticos naturales. En regiones áridas y semiáridas es común que haya períodos más secos o más húmedos que de costumbre y estas variaciones causan serios problemas. Cuando el período húmedo es más húmedo de lo normal, la gente que tiene ganado aumenta el número de cabezas y los agricultores extienden sus plantaciones a otras áreas que normalmente eran demasiado secas para la agricultura. Cuando llega el período seco, es necesario reducir estos usos, de lo contrario puede morirse el tapiz vegetal y el suelo no protegido estará sujeto a la erosión rápida, la cual es un indicador de desertificación.

La prolongada falta de lluvias, durante los meses de abril a octubre, la disposición del relieve, las fuertes insolaciones, las variaciones térmicas diurnas y estacionales, y las condiciones de continentalidad por alejamiento del mar, son las causas más relevantes para determinar la sequía. En el Dpto. que en general posee un rango Moderado ante esta amenaza en el Circuitos Norte, pudiendo aumentar a un rango Alto en los Circuitos Centro y Sur. Este rango de amenaza Moderado a Alto afecta al ganado y a la agricultura.

4.7.4. GEOAMENAZAS - GEOLÓGICAS Y GEOMORFOLÓGICAS

4.7.4.1 SISMOS

Las amenazas sísmicas son frecuentes en la zona de estudio; según el INPRES-CIRSOC 103 del año 1991, la provincia de Catamarca se encuentra en una zona de grado 2. La ocurrencia de esta amenaza en el Dpto. Fray Mamerto Esquiú es Baja y las mayores pérdidas o daños afectan a las viviendas precarias y a los edificios patrimoniales.

4.7.4.2. DESLIZAMIENTOS

Los deslizamientos que se producen coinciden con la topografía, particularmente en las áreas serranas de fuertes pendientes, se manifiesta pérdida de cobertura vegetal en grandes sectores por consecuencia de varios factores entre los cuales los incendios forestales, como así también el excesivo sobrepastoreo de ganado y las fuertes lluvias en la época estival, dan una condición óptima para el escurrimiento ladera debajo de la parte más fina del suelo al descubierto.

En el Dpto. afecta a las vías de comunicación, particularmente a la Ruta Provincial N°41 dispuesta particularmente en sectores de montaña en el Circuito Norte a la altura de Pirquitas (**Figuras N° 76 y N° 77**), estos deslizamientos de suelo y rocas, no solo impide la accesibilidad; sino también afecta la seguridad de las personas que transitan por ella, en estos casos al producirse precipitaciones las características topográficas y morfológicas facilitan la formación de deslizamientos.



Figura N° 76: Deslizamientos menores sobre la margen derecha de RP 1, en la localidad de Pirquitas - Dpto. Fray Mamerto Esquiú.



Figura N° 77: Deslizamientos de roca sobre RP 1, en la localidad de Pirquitas - Dpto. Fray Mamerto Esquiú.
Fuente: Diario el Ancasti.

4.7.4.3. EROSIÓN EÓLICA

Es el desgaste producido por el viento sumado al arrastre de partículas. Las causas directas de la erosión eólica son la falta de rotación de los cultivos, el uso reiterado de implementos de labranza inadecuados, el sobrepastoreo de campos naturales y de cultivos y la deforestación de tierras no aptas para agricultura.

En el Dpto. Fray Mamerto Esquiú esta amenaza se da particularmente en un rango Moderado en los Circuitos Centro y Sur y Bajo en el Circuito Norte, por el manejo inadecuado del desmonte y por el sobrepastoreo en las localidades de El Huevo de San Antonio y La Tercena.

4.7.4.4. EROSIÓN HÍDRICA

El relieve accidentado sumado a las fuertes lluvias que se presentan en verano, provocan fenómenos de erosión hídrica sobre todo por el mal manejo de los cultivos ubicados en zonas que no contemplan las pendientes pronunciadas haciendo que el suelo quede a expensas de erosión hídrica. Otro factor es la tala indiscriminada y el sobrepastoreo de pastizales, causando la destrucción de la cobertura vegetal.

En el Dpto. Fray Mamerto Esquiú el rango de ocurrencia de esta amenaza es en general Moderado en los Circuitos Norte y Centro a Alto en el Circuito Sur, las consecuencias se pueden observar en el cárcavamiento y pérdidas de ribera del río del Valle, acompañado de

deterioro de los suelos. El origen de esta amenaza se les atribuye a lluvias intensas en campos desmontados por actividad agropecuaria y desbordes del río del valle en su tramo medio.

CAPÍTULO 5

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

GENERALES

El análisis geológico ambiental acompañado de la generación de cartografía de detalle del Dpto. Fray Mamerto Esquiú, ha permitido aportar información importante que se espera sea de utilidad a los organismos competentes para la adecuada implementación de medidas de prevención y corrección geo-ambiental.

VARIABLES METEOROLÓGICAS

El comportamiento típico de las precipitaciones en el Dpto., muestra un máximo principal en el mes de diciembre, lo que se corresponde con los meses de estación húmeda en nuestra provincia, que supera la media establecida por la Estación INTA – Catamarca Sumalao (EMC).

En lo que respecta a las temperaturas, se observa un descenso en los meses de junio y julio, donde se alcanzan los valores mínimos, para luego iniciar un ascenso en el mes de septiembre. Las máximas temperaturas alcanzadas en el periodo analizado se registraron en los meses de enero, febrero y diciembre, donde es claramente apreciable una tendencia al aumento de la curva.

El Departamento Fray Mamerto Esquiú que forma parte del Valle central de Catamarca, no está exento al Cambio Climático Global, del cual la acción antrópica es un factor que influye, en consecuencia, es importante conocer el comportamiento de cada una de las variables meteorológicas, a los fines de concientizar a la población ante una problemática que avanza a pasos agigantados. En este sentido el SIGA - Estación INTA – Catamarca Sumalao (EMC), cumple una importante y valiosa función, brindando información precisa para cada una de las variables analizadas en este estudio.

El aumento del régimen de precipitaciones y los efectos del Cambio Climático son factores relacionados directamente con las zonas susceptibles de inundación y anegamientos, estimando que dichas tierras serán afectadas con la misma recurrencia o mayor.

GEOAMENAZA DE LA ZONA URBANA

SUELO URBANO

Los inconvenientes de inundabilidad de la zona son de tipo pluvial: sobre la RP 41 que corre de Sur a Norte uniendo las distintas cabeceras distritales del departamento, constituyéndose en la principal arteria de circulación. En periodos de excesivas precipitaciones esta Ruta principal suele inundarse, por lo que se debe desviar el tránsito hacia la Av. María López que corre paralela a la Ruta antes mencionada y las perpendiculares Av. Ramón R. López y calle Luis Beltrán, en el Circuito Sur, mientras que en los Circuitos Centro y Norte no hay antecedentes de inundaciones.

SUELO PERIURBANO

En el sector comprendido entre la RP 1 y la RP 41, en el Circuito Centro y Sur del Dpto. más específicamente en los distritos el Hueco y La Tercena, por sus características de terrenos bajos, presentan problemas de napa freática a poca profundidad lo que provoca el ascenso de sales solubles y de cationes alcalinos (sodio) en intensidades variables, aumentando en superficie. Estos procesos están determinados por las características geológicas y topográficas propias del área, más del subsuelo que de los suelos; y a su vez magnificadas por acciones antrópicas no planificadas en su momento. El uso de estos suelos es reducido, los mismos pueden corregirse en un tiempo razonable si se tomaran medidas adecuadas para su tratamiento insitu.

El uso del suelo, en especial su urbanización, debe hacerse respetando el interés público y el social de la propiedad, garantizando la distribución equitativa de las cargas y beneficios derivados de la construcción colectiva del hábitat y la consecuente asignación de atributos urbanísticos al territorio.

IDENTIFICACIÓN DE GEOAMENAZAS

El análisis multitemporal permitió estudiar los cambios en la relación sociedad/naturaleza a lo largo de los años. Las principales actividades antrópicas que se llevan a cabo actualmente en Dpto. Fray Mamerto Esquiú, son las mismas que se realizaban en tiempos remotos, pero al aumentar la mancha urbana se han incrementado considerablemente los basurales, la quema indebida, la deforestación, y el uso indebido de los suelos, motivo por el cual, los sectores destinados a la agricultura y ganadería se han visto reducidos.

Crecidas en el Río del Valle

Las prácticas de desarrollo pueden aumentar inconscientemente la amenaza de inundación, acrecentando la cantidad de agua que debe ser transportada o disminuyendo el área disponible para absorberla. Los canales de drenaje y las acequias de irrigación, así como otras desviaciones de aguas, pueden alterar tanto la descarga hacia las planicies de inundación como la capacidad de un cauce de transportar dicha descarga. La deforestación o las prácticas de explotación forestal y la urbanización de planicies de inundación o áreas adyacentes pueden reducir la capacidad de absorción de agua de un bosque o suelo, aumentando la escorrentía en el área en cuestión

El análisis realizado en este trabajo permitió determinar que, si bien, los cambios más importantes en la dinámica fluvial del Río del Valle se producen en el tramo medio, se identificaron zonas en el tramo superior que son susceptibles a ser inundadas ante crecidas extraordinarias de este curso de agua.

Es necesario que las autoridades de turno adopten la implementación de medidas estructurales, como ser, un Plan de contingencia ante una crecida extraordinaria

Inundaciones

El aumento súbito del caudal de los ríos causa pérdidas en las áreas que bañan, erosionando el suelo, arrastrando cultivos, viviendas, corte del suministro eléctrico, aislamiento de las localidades, desbordes de ríos, etc.

En el Dpto. Fray Mamerto Esquiú esta amenaza es en general de rango Muy Bajo, pero si aplicamos esta clasificación a nivel de detalle por circuitos, podemos decir que: El Circuito Norte posee un rango de amenaza de crecidas Moderado, el Circuito Centro tiene un rango Bajo y finalmente en Circuito Sur presenta un rango Muy Bajo.

Según fuentes de investigación, se registraron crecidas importantes en el Rio del Valle en los años 1967, 1978, 1992, 1999, 2000, 2017 y en el mes de febrero de 2018, y coincide con los periodos de máximas precipitaciones registradas.

Deslizamientos de rocas

Los deslizamientos afectan a las vías de comunicación, particularmente sobre la RP 1, en sectores de montaña en el Circuito Norte a la altura de Las Pirquitas, estos deslizamientos de suelo y rocas, no solo impiden la accesibilidad; sino también afectan la seguridad de las personas que transitan por ella, en estos casos al producirse precipitaciones las características topográficas y morfológicas facilitan la formación de deslizamientos.

Sequias y desertificación

El uso inadecuado de los recursos ha resultado en una creciente degradación de los suelos, áreas montañosas con sistemas agrícolas y ganadería extensiva en el valle, presentando problemas de erosión hídrica y eólica por sobrepastoreo, desmonte masivo, deforestación e incendios forestales, exponiendo a los suelos a las precipitaciones y temperaturas extremas, generando pérdidas de fertilidad ineficiencia hídrica y acelerando los procesos de desertificación.

Salinización de los suelos

El sector comprendido entre la RP 1 y la RP 41, en los distritos el Hueco y La Tercena, por sus características de terrenos bajos, presentan problemas de napa freática a poca profundidad lo que provoca el ascenso de sales solubles y de cationes alcalinos (sodio) en intensidades variables, aumentando en superficie. Estos procesos están determinados por las características geológicas y topográficas propias del área, más del subsuelo que de los suelos; y a su vez magnificadas por acciones antrópicas no planificadas en su momento. El uso de estos suelos es reducido, los mismos pueden corregirse en un tiempo razonable si se tomaran medidas adecuadas para su tratamiento insitu.

5.2. RECOMENDACIONES

En función de los estudios realizados se recomienda:

Densificar la urbanización, partir de la trama urbana tradicional (en forma axial-paralela a la ruta) y restringir la expansión aislada. Los beneficios de la densificación, entre otros, son la reducción de los costos y mejora en la calidad de los servicios, especialmente agua, cloacas, electricidad, medios de transporte, escuelas, etc.

Con relación al desarrollo y ocupación del suelo rural se recomienda adoptar las siguientes políticas, con el objetivo de dotar al departamento de zonas calificadas para usos determinados y que el manejo y protección de las mismas reduzcan los riesgos e impactos sobre el suelo.

1.- Conservar los recursos naturales y proteger el medio ambiente del área rural del Dpto. Fray Mamerto Esquiú.

2.- Restablecer y/o mantener un adecuado equilibrio entre el aprovechamiento económico de los recursos naturales de la zona plana y de la cuenca falda Orienta del Ambato, que es donde se encuentra ubicada la zona de estudio, como así también, la preservación de la estructura físico biótica de las mismas, particularmente de los recursos hídricos.

3.- Recuperar el espacio natural degradado y conservar el ambiente natural y construido de valor patrimonial para el Dpto. según su riqueza paisajística y arquitectónica.

4.- Evitar el deterioro y el desequilibrio del medio ecológico del área rural y dar pautas para el desarrollo y la ocupación ordenada y racional de la misma.

5.- Propiciar la participación de la comunidad en las decisiones que puedan afectar el mantenimiento y disfrute de un ambiente sano.

En las zonas susceptibles a inundaciones con recurrencia de al menos una vez en 50 años (lecho mayor del Río del Valle y Terraza inferior), se sugiere restringir la autorización de asentamientos urbanos o edificios rurales hasta tanto se hagan los estudios correspondientes para defensa. Debe analizarse el efecto que puedan tener los cambios propuestos sobre las inundaciones, así como también se deben identificar las medidas de mitigación apropiadas a fin de incluirlas en los proyectos de inversión.

El estudio de planificación debe comenzar por establecer las características de los cursos de agua y su propensión a inundaciones. Generalmente esto se hace aforando los ríos, midiendo directamente los niveles de inundación y los intervalos de repetición durante un período de varios años para determinar estadísticamente la probabilidad de eventos determinados.

Para los suelos con problemas de anegamiento, relacionados a antiguas cavas de explotación de materiales finos para la actividad ladrillera, se recomienda realizar sistemas de desagües pluviales correspondientes y despejar caminos.

En los terrenos bajos, donde la freática se encuentra cerca de la superficie y en los suelos con problemas de salinización se sugieren dos alternativas: La primera, consiste en la impermeabilización de los canales de riego y acequias a fin de evitar que continúen alimentando a la freática; y la segunda, es la de construir un canal o ducto cuya función sea hacer fluir la napa freática de los sectores bajos hacia el Río del Valle.

CAPÍTULO 6

BIBLIOGRAFÍA

6.1. BIBLIOGRAFÍA

- Administración General de Catastro**, (2008). Descripción de Límites Departamentales. Catamarca.
- Argerich, Raúl F.**, (2004). Relieve de Catamarca y su Fundamento Geológico. Climas Catamarqueños. Edit. imprenta quir-na. Catamarca.
- Caminos, R.**, (1979). Sierras Pampeanas Noroccidentales-Salta, Tucumán, Catamarca, La Rioja y San Juan. 2° Simposio de Geología Regional Argentina, 1: 225-291. Córdoba, Argentina.
- Cardoza, C., Henry, O., Avelar A., José Roberto M.**, (2011). Estimación del Riesgo por Inundación de la Cuenca Baja del Río Melara.
- Carta Orgánica Municipal de Fray Mamerto Esquiú**, (2004).
- Chuvienco, E.**, (2006). Teledetección Ambiental. Edit. Ariel. España.
- Dirección Provincial de Estadística y Censos**, (2007). Censo 2001 Provincia de Catamarca. Serie Demográfica. Edit. DPEyC.
- Dirección Provincial de Planificación**, (2008). Plan Estratégico Territorial de la Provincia de Catamarca – 1° Informe de Avance. Edit. Librería el maestro. Catamarca.
- Dirección Provincial de Estadísticas y Censos**, (2010). Censo 2010 Provincia de Catamarca.
- Eremchuk J. E.** Geología Urbana y Ambiental del Departamento Capital. Catamarca. Arg. tesis unas. (2005).
- Eremchuk, Jorge E., Musuruana, Adriana A.**, (2012) El uso de imágenes multitemporales en la dinámica fluvial del Río del Valle. Catamarca. Argentina. Producción científica de la Facultad de Tecnología III – ISBN: 978-987-661-116-9. Editorial Científica Universitaria.
- Eremchuk, Jorge E., Cisternas Miriam, Y., Vergara E.**, (2012). Geomorfología de la carta satelital 2966-10- Provincia de Catamarca- República Argentina”. Producción científica de la Facultad de Tecnología III – ISBN: 978-987-661-116-9. Editorial Científica Universitaria.
- Etisig Catamarca (equipo de trabajo interinstitucional en sistemas de información geográfica)**, (2011). Departamento Fray mamerto Esquiú. Catamarca.
- Gómez, Orea, D.**, (2002). Ordenamiento Territorial. Una Aproximación desde el Medio Físico. Instituto Tecnológico Geominero. ISBN: 9788478401864.
- González Bonorino, F.**, (1978). Descripción Geológica de la Hoja 14f, San Fernando del Valle de Catamarca. Argentina.
- González, María E.**, (2014). Cátedra de Edafología - Facultad de Ciencias Agrarias - Universidad Nacional de Catamarca. La Relación: Degradación de Suelos y Desertificación. Estudio de Caso: Provincia de Catamarca, Argentina.
- IGN**, (1994). Carta de imagen satelital 2766 III. Instituto Geográfico Nacional (ex instituto Geográfico Militar). Buenos Aires. Argentina.
- Ministerio de Producción y Desarrollo**, (2005). Regionalización Socio Productiva de la Provincia de Catamarca. Catamarca.
- Morlans, María C.**, (2013). Área ecología – Facultad de Ciencias Agrarias – Universidad Nacional de Catamarca. “Regiones naturales de Catamarca. Provincias Geológicas y Provincias Fitogeográficas”.
- Noriega, O., Gutierrez Rojas, Y., Rodríguez Barrios, J.**, (2011). Universidad de Los Andes (Bogotá). Análisis de la Vulnerabilidad y el Riesgo a Inundaciones en la Cuenca Baja del Río Gaira en el Distrito de Santa Marta.

Panigatti, José L., (2010). Argentina: 200 años, 200 suelos". ed. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA).

6.2. LINK CONSULTADOS

- www.indec.gov.ar/webcenso/index.asp - Julio/2017
- www.atlas.catamarca.gov.ar - /2017
- <http://www.cricyt.edu.ar/enciclopedia/terminos/GeologAmb.htm> - Julio/2017
- https://www.ecured.cu/Geolog%C3%ADa_Ambiental – Julio/17
- <https://sentinel.esa.int/web/sentinel/home> - Agosto/2017
- <https://www.bing.com/maps/> - Agosto/2017
- <https://www.google.com.ar/intl/es/earth> - Agosto/2017

CAPÍTULO 7

ANEXO 1

7.1. ANEXO 1-A

VARIABLES METEOROLÓGICAS

	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	TOTAL ANUAL
1967	112.4	112	35.4	27.3	4	2.4	2.5	5.3	0	19.7	77.7	24.1	422.8
1968	208.8	99.4	35.7	7.5	4.1	5.8	1	16.8	0.8	28.1	47.8	39.2	495
1969	49	63.1	13.6	14.9	5.6	11.4	4.6	0	0	2	11.1	103.5	278.8
1970	73.3	73.7	48.1	2.7	26.4	2.8	0	0	0	2.1	50.3	15.2	294.6
1971	40.5	40.8	15.2	14.5	4.9	0	0.8	0	0	42	36.6	10.1	205.4
1972	53.3	30	35.6	5.4	5.8	6.9	6.8	7.8	11.2	6	10	0	178.8
1973			151.1	14.7						7.2	13.6	74.3	260.9
1974	4.9	64.9	105.4	7	25.3	0	7.4	6.9	1.5	19.8			243.1
1975						5.6	11.8	25.8	31.8	27.5	57.4	34.3	194.2
1976	160.6	107	56.9	0	10.6	83.9			13.8	10.3	47.4	24.3	514.8
1977	143.5	44.2	43.1	83.9	10.5	0.38	0.3	10.7	14.2	39.4	7.2	152.3	549.68
1978	75.5	74.9	143.5	0	13.4	0	0	0	11.3	52.3	4	133.5	508.4
1979	129.8	101.3	41.5	34.1	3	0	0.5	0	0.4	12.4	48.4	126.1	497.5
1980	39.1	59.8	63.5	47.6	6.5	12.9	0	0	12	42.1	45.7	107.5	436.7
1981	50.7	52.4	51.8	32.7	0	0	6.7	7.7	3.5	25	41.3	63.8	335.6
1982	53.5	13.5	91	27.7	0	5.3	1.5	0	50.6	10	36.5	65.9	355.5
1983	243.3	80.7	9.1	14.1	5.4	0.3	4.2	3.4	8.6	27.1	0	52.8	449
1984	56	89.4	0	8.1	2.3	4.8	2.8						163.4
1885	118.1	123.9	65	8.7			43.4	26.7	0	35.8	148.3	124.6	694.5
1986	48.1	93	83.8	27.7	0	5.3	1.5	0	50.6	25.5	36.5	68.3	440.3

GEOLOGÍA AMBIENTAL DEL DEPARTAMENTO FRAY MAMERTO ESQUIÚ - PROVINCIA DE CATAMARCA.

1987	65.9	1.1	43.1	52.5	0	0	16.9	0.8	1.3	13	34.8	58.3	287.7
1988	59	56.8	69.2	14.1	10.2	0	1.2	0	0	0	52	80.7	343.2
1989	117.5	7.6	80.8	0	33.5	3.3							242.7
1990	52.7	62.3	26.5	18.8	3.1	4.4	12.7	2.6	2.5	37.3	84.8	53.2	360.9
1991			48.1	0	0	0	0.5	0	11	51	10.5	75.5	196.6
1992	112.1	0	33	126.5	13.5	13	0	0	19.6	0	21.5	40	379.2
1993	81	48	12	9	8	20	0	0	4.1	37	6.5	39	264.6
1994	64.7	87.8	8.2	13.5	3.7	0	10.8	0.9	2	14.1	46.4	88.1	340.2
1995	25.7	32.1	39.2	2.2	14.4	0	0	0	0.4	0	45.8	15.5	175.3
1996	98.3	26	44	23.7	2	13.8	0	0	11	24.2	45.8	58.4	347.2
1997	85	73	23.8	0.3	12.7	0.3	0.2	0	0.2	20.1	14.2	48	277.8
1998	129	56.2	27.4	32	35.3	15.8	6	14.5	5	23.6	43.6	53.2	441.6
1999	126.3	72	94.4	16.1	54.1	6.8	5.8	2	8.2	57.7	143.9	81.8	669.1
2000	131.2	81.6	46	54.6	17.8	9.9	14	0	0	25.4	87	82.2	549.7
2001	108.4	74	49	35.1	36	19	0.5	0	40.1	32.1	77	66.8	538
2002	79	98	75.7	37	25	0	32	0	0	72	2	128.7	549.4
2003	39.2	31.9	46	22.1	15.7	7.8	0.9	0.6	0	15.6	23	36	238.8
2004	44	84.6	2.5	43.8	15.1	1.9	0	1.2	8	0	57	79	337.1
2005	27.7	7.5	94.6	41.2	3.6	5.9	3	0	5	13.4	25	52	278.9
2006	72.1	33.8	5.7	19.2	0	7.1	0	0	0	26.5	49.4	403	616.8
2007	49.7	31.5	26.3	0.5	32.1	0	30	7.5	3.8	7.4	35.5	90.7	315
2008	119	86.3	67.8	66	7.2	0	0	0	3.6	12.4	19.2	79.8	461.3
2009	45.7	24.5	89.3	0	9.4	0	1.2	0	1	0	48	83.2	302.3
2010	30	13.9	4	12.5	12	0	0	0	14.4	17.1	51	63.9	218.8
2011	27.4	145.9	19.5	32.8	0	2.1	0	10	5.7	15.3	42.8	47.4	348.9
2012	39.8	63.9	50	39.1	2.1	0	5	2.7	18.7	13.5	13.3	76	324.1
2013	115	68.8	34	32.1	5.4	18.2	1.2	2.8	6	25	76.9	75.3	460.7

	2014	65.9	177.7	88.7	46	3.2	32	8	0	4	15.5	41.9	83.9	566.8
	2015	187	144	29.9	12.8	7	0	9.2	22.8	3.4	18.2	70.9	73.7	578.9
	2016	86	37.7	59.6	55.7	9.8	25.9	9.7	3.8	0	4.3	84.6	36.8	413.9
	2017	54.1	67.9	83.5	61	2.3	1.6	3.8	1.3	22.4	21.3	0	115.3	434.5
PROMEDIOS	50 AÑOS	79.98	62.41	50.22	25.98	10.44	7.13	5.37	3.69	8.23	20.95	41.48	71.70	387.58
	30 AÑOS	80.74	57.29	50.57	21.31	7.63	6.75	4.60	3.85	8.75	21.03	36.07	59.22	357.81
	15 AÑOS	79.66	62.47	62.09	21.33	8.01	9.16	2.93	5.40	10.07	23.06	35.67	64.94	384.79
	5 AÑOS	84.98	61.4	29.64	9	9.36	5.38	2.64	4.92	2.4	16.04	31.16	33.6	290.52

Tabla N° 5 –Cuadro resumen de registros estadísticos de precipitaciones. Los valores de lluvia caída están en milímetros. Período 1967-2017. Fuente: Estación INTA – Catamarca Sumalao (EMC).

REGISTROS ESTADÍSTICOS DE TEMPERATURA

MES	TEMP.MAX.	TEMP.MIN.	TEMP.MED.
	°C	°C	°C
ENERO	32.4	23.1	27.8
FEBRERO	30.6	19.3	24.9
MARZO	30.8	19.5	25.1
ABRIL	30.6	17.0	23.8
MAYO	24.1	12.6	18.6
JUNIO	18.4	6.0	12.2
JULIO	21.5	7.7	14.6
AGOSTO	21.4	7.9	14.7
SEPTIEMBRE	27.4	13.6	20.5
OCTUBRE	28.4	16.3	22.3
NOVIEMBRE	31.7	20.0	25.9
DICIEMBRE	33.5	21.6	27.5

Tabla N° 7: Registros estadísticos de temperaturas para el año 1996. Fuente: Estación INTA – Catamarca Sumalao (EMC).

MES	TEMP.MAX.	TEMP.MIN.	TEMP.MED.
	°C	°C	°C
ENERO	22.4	19.5	20.9
FEBRERO	23.6	19.3	22.8
MARZO	22.0	19.8	20.6
ABRIL	17.2	13.6	15.4
MAYO	15.6	12.2	13.9
JUNIO	8.8	6.9	7.8
JULIO	7.4	6.4	5.4
AGOSTO	8.7	7.1	7.8
SEPTIEMBRE	18.5	16	17.3
OCTUBRE	18.6	15.9	18.4
NOVIEMBRE	22.4	19.9	17.7
DICIEMBRE	23.4	19.6	22.6

Tabla N° 8: Registros estadísticos de temperaturas para el año 2006. Fuente: Estación INTA – Catamarca Sumalao (EMC).

MES	TEMP.MAX.	TEMP.MIN.	TEMP.MED.
	°C	°C	°C
ENERO	37.0	23.5	25.9
FEBRERO	35.1	21.7	25.9
MARZO	31.2	20.3	23.7
ABRIL	27.3	15.4	17.5
MAYO	23.3	11.5	16.3
JUNIO	21.9	5.1	16.5
JULIO	22.2	6.5	22.1
AGOSTO	25.9	10.4	16.1
SEPTIEMBRE	28.1	11.3	18.7
OCTUBRE	31.7	16.7	21.3
NOVIEMBRE	35.2	21.2	23.5
DICIEMBRE	34.7	22.6	26.3

Tabla N° 9: Registros estadísticos de temperaturas para el año 2017. Fuente: Estación INTA – Catamarca Sumalao (EMC).

MES	TEMP.MAX.	TEMP.MIN.	TEMP.MED.
	°C	°C	°C
ENERO	32.4	23.1	28.5
FEBRERO	30.6	19.3	27.4
MARZO	30.8	19.5	25.4
ABRIL	30.6	17.0	24.3
MAYO	24.1	12.6	18.3
JUNIO	-----	-----	-----
JULIO	-----	-----	-----
AGOSTO	-----	-----	-----
SEPTIEMBRE	-----	-----	-----
OCTUBRE	-----	-----	-----
NOVIEMBRE	-----	-----	-----
DICIEMBRE	-----	-----	-----

Tabla N° 10: Registros estadísticos de temperaturas para el año 2018. Fuente: Estación INTA – Catamarca Sumalao (EMC).

REGISTROS ESTADÍSTICOS DE HUMEDAD

MES	HUM.MAX.	HUM.MIN.	HUM.MED.
	%	%	%
ENERO	96.9	38.1	67.5
FEBRERO	99.1	41.8	70
MARZO	98.3	40.2	69.6
ABRIL	94.8	36.5	65.6
MAYO	99.7	41.3	70.2
JUNIO	99.9	44.6	73.9
JULIO	98.7	42.7	71.1
AGOSTO	96.5	36.9	65.4
SEPTIEMBRE	97.6	37	66.4
OCTUBRE	96.8	37.1	66
NOVIEMBRE	95.5	35.4	64.6
DICIEMBRE	94.9	34.9	64.7

Tabla N° 11: Registros estadísticos de humedad para el año 1996. Fuente: Estación INTA – Catamarca Sumalao (EMC).

MES	HUM.MAX.	HUM.MIN.	HUM.MED.
	%	%	%
ENERO	74.1	43.2	45.6
FEBRERO	78.9	46.1	49.1
MARZO	81.8	49.7	52.6
ABRIL	80.4	48.2	51.6
MAYO	89.7	57.8	60.1
JUNIO	94.5	65.1	65.8
JULIO	88.1	59	59.6
AGOSTO	67.0	36.5	38.6
SEPTIEMBRE	68.4	36.6	39.6
OCTUBRE	66.8	34.9	37.7
NOVIEMBRE	72.2	40.3	43.4
DICIEMBRE	72.9	40.1	43.9

Tabla N° 12: Registros estadísticos de humedad para el año 2006. Fuente: Estación INTA – Catamarca Sumalao (EMC).

MES	HUM.MAX.	HUM.MIN.	HUM.MED.
	%	%	%
ENERO	73.4	42.2	44.8
FEBRERO	85.7	53.8	56.2
MARZO	94.6	62.8	65.3
ABRIL	97.1	65	68.3
MAYO	95.9	66.7	68.7
JUNIO	98.0	69	69.9
JULIO	88.0	64.6	65.3
AGOSTO	79.8	46.4	49.3
SEPTIEMBRE	78.9	44.8	49.2
OCTUBRE	68.5	36.4	39.7
NOVIEMBRE	65.3	33.3	36.6
DICIEMBRE	80.6	49.1	51.6

Tabla N° 13: Registros estadísticos de humedad para el año 2017. Fuente: Estación INTA – Catamarca Sumalao (EMC).

MES	HUM.MAX.	HUM.MIN.	HUM.MED.
	%	%	%
ENERO	96.9	38.1	67.5
FEBRERO	99.1	41.8	70
MARZO	98.3	40.2	69.6
ABRIL	94.8	36.5	65.6
MAYO	99.7	41.3	70.2
JUNIO	-----	-----	-----
JULIO	-----	-----	-----
AGOSTO	-----	-----	-----
SEPTIEMBRE	-----	-----	-----
OCTUBRE	-----	-----	-----
NOVIEMBRE	-----	-----	-----
DICIEMBRE	-----	-----	-----

Tabla N° 14: Registros estadísticos de humedad para el año 2018. Fuente: Estación INTA – Catamarca Sumalao (EMC).

REGISTROS ESTADÍSTICOS DE VELOCIDAD DEL VIENTO

MES	MAX.	MIN.	MED.
	km/h	km/h	km/h
ENERO	12.9	2.7	10.4
FEBRERO	10.7	1.3	8.6
MARZO	12.5	2.2	10.0
ABRIL	8.9	1.4	7.1
MAYO	6.9	1.2	5.5
JUNIO	5.8	2.0	4.6
JULIO	8.3	1.2	6.6
AGOSTO	10.2	1.6	8.2
SEPTIEMBRE	0	0	0
OCTUBRE	14.0	3.2	11.2
NOVIEMBRE	11.8	2.5	9.5
DICIEMBRE	13.6	3.0	10.9

Tabla N° 15: Medida de la variable velocidad del viento, perteneciente al año 1996. Fuente: Estación INTA – Catamarca Sumalao (EMC).

MES	MAX.	MIN.	MED.
	km/h	km/h	km/h
ENERO	12.9	2.7	10.4
FEBRERO	10.7	1.3	8.6
MARZO	12.5	2.2	10.0
ABRIL	8.9	1.4	7.1
MAYO	6.9	1.2	5.5
JUNIO	5.8	2.0	4.6
JULIO	8.3	1.2	6.6
AGOSTO	10.2	1.6	8.2
SEPTIEMBRE	0	0	0
OCTUBRE	14.0	3.2	11.2
NOVIEMBRE	11.8	2.5	9.5
DICIEMBRE	13.6	3.0	10.9

Tabla N°16: Medida de la variable velocidad del viento, perteneciente al año 2006. Fuente: Estación INTA – Catamarca Sumalao (EMC).

MES	MAX.	MIN.	MED.
	km/h	km/h	km/h
ENERO	10.7	3.9	8.9
FEBRERO	13.0	4.4	10.9
MARZO	9.8	3.2	8.2
ABRIL	8.6	3.0	7.3
MAYO	6.7	2.1	5.7
JUNIO	4.1	1.5	3.7
JULIO	4.3	1.4	3.9
AGOSTO	8.0	2.5	6.8
SEPTIEMBRE	9.7	3.6	8.3
OCTUBRE	10.5	3.8	8.9
NOVIEMBRE	9.2	2.9	7.9
DICIEMBRE	13.6	4.5	11.3

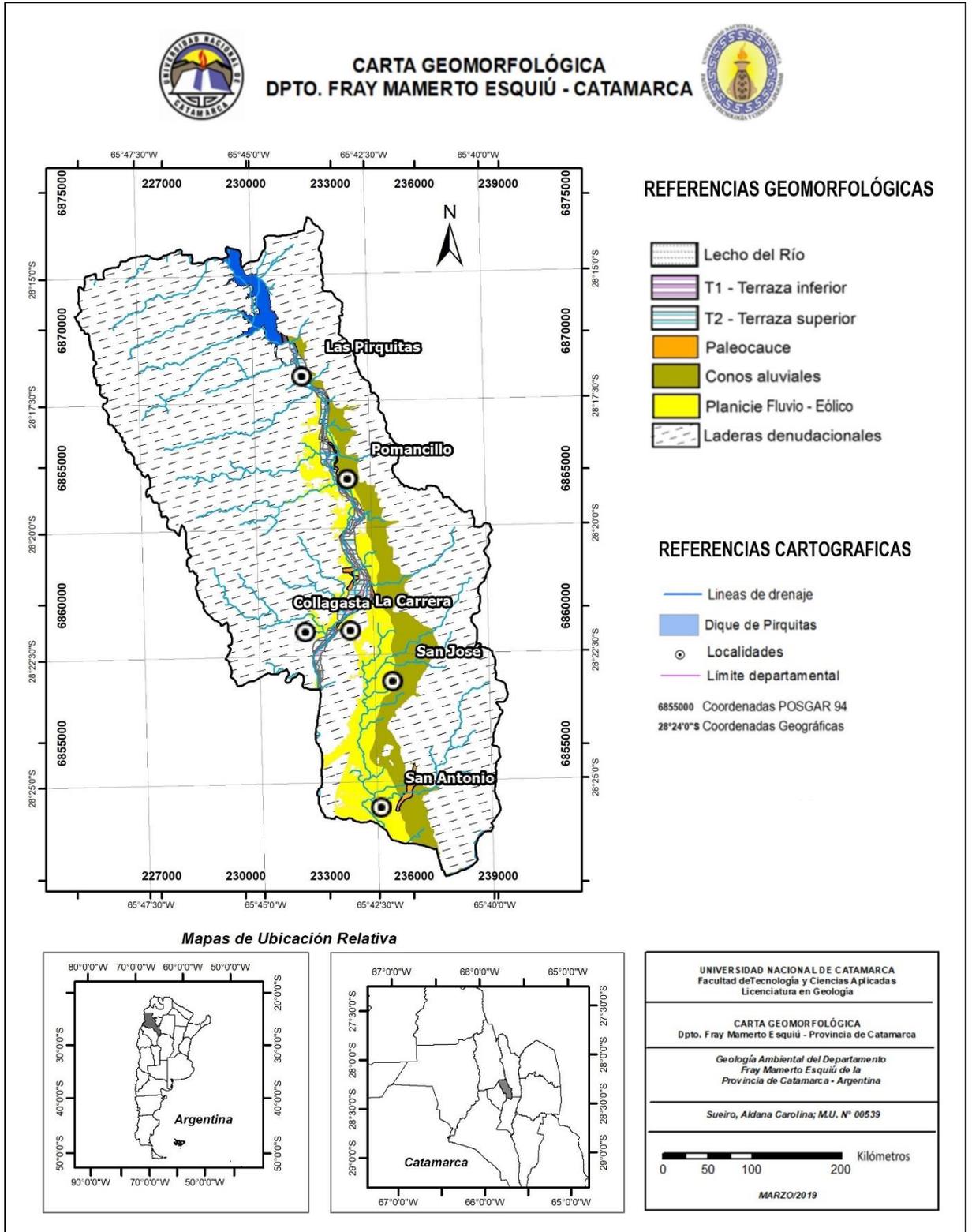
Tabla N°17: Medida de la variable velocidad del viento, perteneciente al año 2017. Fuente: Estación INTA – Catamarca Sumalao (EMC).

7.2. ANEXO 1-B

CARTA GEOLÓGICA

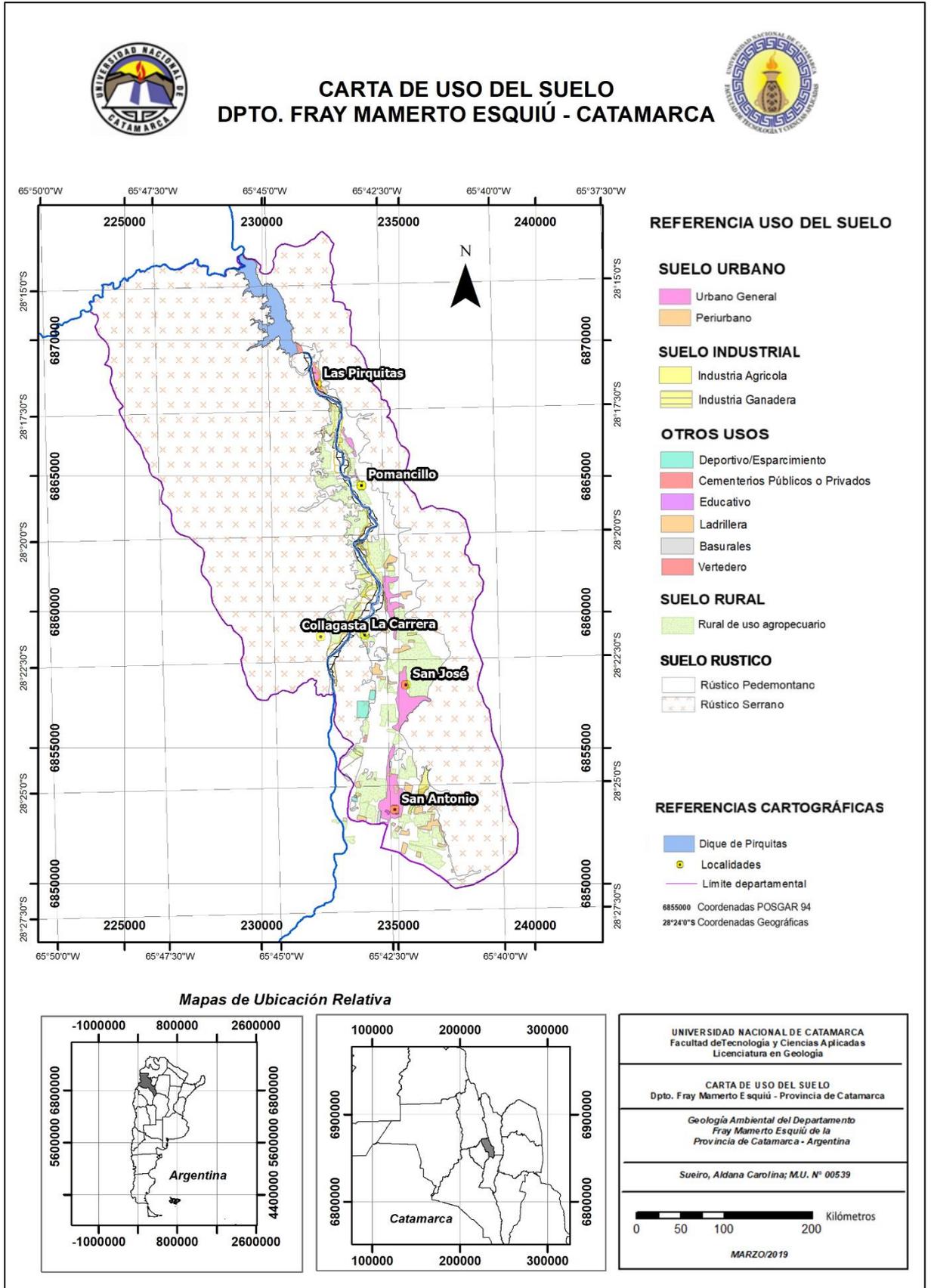
7.3. ANEXO 1-C

CARTA GEOMORFOLÓGICA



7.4 ANEXO 1-D

CARTA DE USOS DEL SUELO



**7.6. ANEXO 1-E
GEOAMENZA HÍDRICA
TRAMO 1**

**ANÁLISIS MULTITEMPORAL - TRAMO-1
DPTO. FRAY MAMERTO ESQUIÚ - CATAMARCA**



Figura N° 62 (A) - Fotografía aérea del año 1996

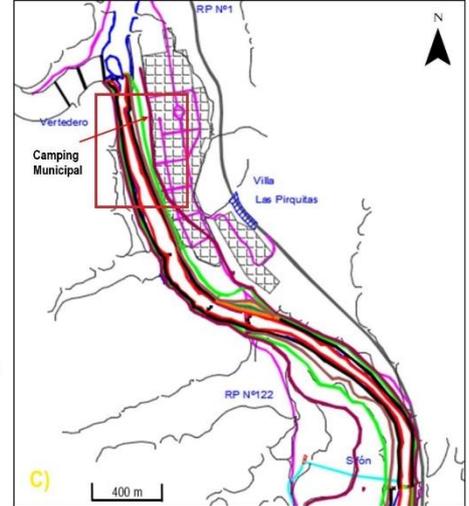


Figura N° 62 (C) - Líneas de afectación realizadas por el CFI en el año 2006.



Figura N° 62 (B) - Imágen Satelital del año 2003.

REFERENCIAS

SUELO URBANO

- Urbano General
- Periurbano

SUELO RURAL

- Agrícola
- Serrano
- Pedemontano

DINÁMICA FLUVIAL

- Terraza Inferior (T1)
- Terraza Superior (T2)
- Lecho del Río
- Cauce

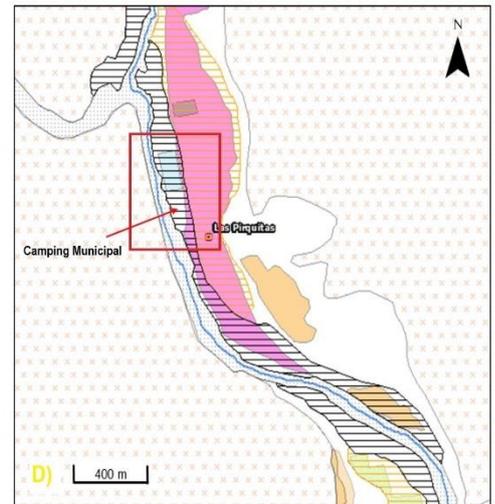
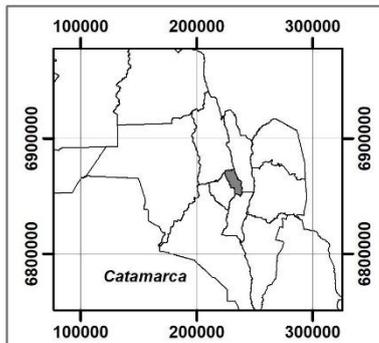
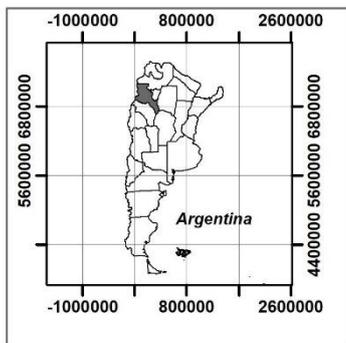


Figura N° 62 (D) - Afectación y uso del suelo realizado a base de imagen satelital del año 2018.

Mapas de Ubicación Relativa



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CATAMARCA Facultad de Tecnología y Ciencias Aplicadas Licenciatura en Geología
AMENAZA HIDRICA Dpto. Fray Mamerto Esquíú - Provincia de Catamarca
Geología Ambiental del Departamento Fray Mamerto Esquíú de la Provincia de Catamarca - Argentina
Sueiro, Aldana Carolina
0 55 110 220 Kilómetros

**7.7. ANEXO 1-F
GEOAMENZA HÍDRICA
TRAMO 2**

**ANÁLISIS MULTITEMPORAL - TRAMO-2
DPTO. FRAY MAMERTO ESQUIÚ - CATAMARCA**



FIGURA N° 64 (A) - Fotografía aérea del año 1996.

- LÍNEAS AFECTACIONES**
- LÍNEA DE RIBERA
 - CRECIDA RECORRENCIA 10 AÑOS
 - CRECIDA RECORRENCIA 25 AÑOS
 - CRECIDA RECORRENCIA 60 AÑOS
 - CRECIDA RECORRENCIA 100 AÑOS
 - CRECIDA RECORRENCIA 600 AÑOS
 - CRECIDA MÁX. EROG. LAS PIRQUITAS
 - CRECIDA RECORRENCIAS VARIAS

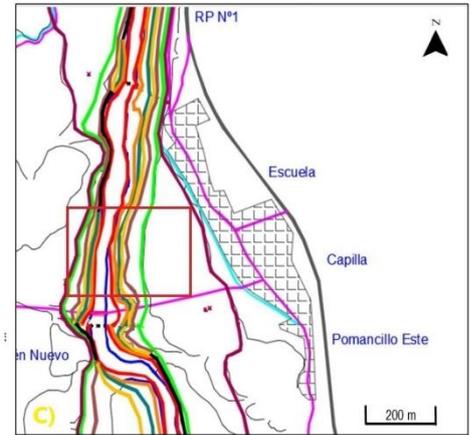


FIGURA N° 64 (C) - Líneas de afectación realizadas por el CFI en el año 2006



FIGURA N° 64 (B) - Imagen satelital del año 2003.

- REFERENCIAS**
- SUELO URBANO**
- Urbano General
 - Periurbano
- SUELO RURAL**
- Agrícola
 - Serrano
 - Pedemontano
- DINÁMICA FLUVIAL**
- Terraza a Inferior (T1)
 - Terraza a Superior (T2)
 - Lecho del Río
 - Cauce

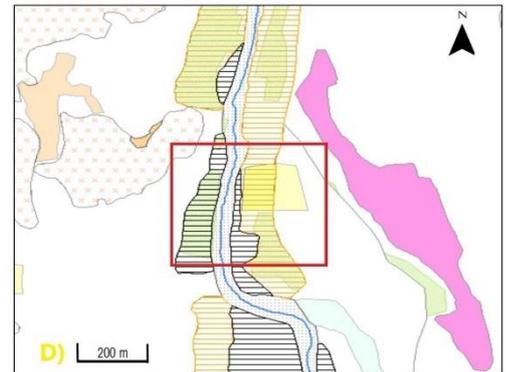
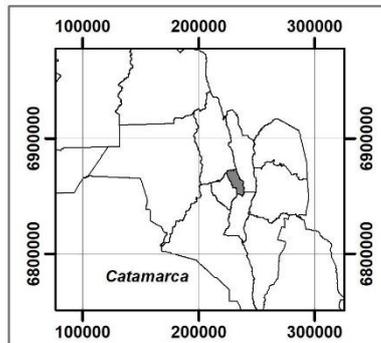
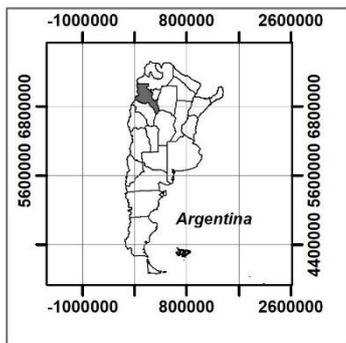


FIGURA N° 64 (D) - Afectación y uso del suelo, realizado a base de imagen satelital del año 2018.

Mapas de Ubicación Relativa



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CATAMARCA Facultad de Tecnología y Ciencias Aplicadas Licenciatura en Geología
AMENAZA HIDRICA Dpto. Fray Mamerto Esquíú - Provincia de Catamarca
Geología Ambiental del Departamento Fray Mamerto Esquíú de la Provincia de Catamarca - Argentina
Sueiro, Aldana Carolina
0 55 110 220 Kilómetros

**7.8. ANEXO 1-G
GEOAMENZA HÍDRICA
TRAMO 3**

**ANÁLISIS MULTITEMPORAL - TRAMO-3
DPTO. FRAY MAMERTO ESQUIÚ - CATAMARCA**

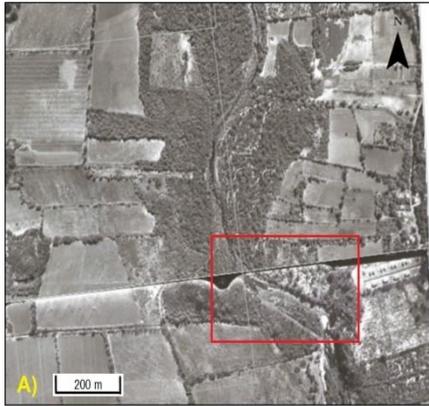


FIGURA N° 66 (A) - Fotografía aérea del año 1996.

- LÍNEAS AFECTACIONES**
- LÍNEA DE RIBERA
 - CRECIDA RECURRENCIA 10 AÑOS
 - CRECIDA RECURRENCIA 25 AÑOS
 - CRECIDA RECURRENCIA 60 AÑOS
 - CRECIDA RECURRENCIA 100 AÑOS
 - CRECIDA RECURRENCIA 500 AÑOS
 - CRECIDA MÁX. EROG. LAS PIRQUITAS
 - CRECIDA RECURRENCIAS VARIAS

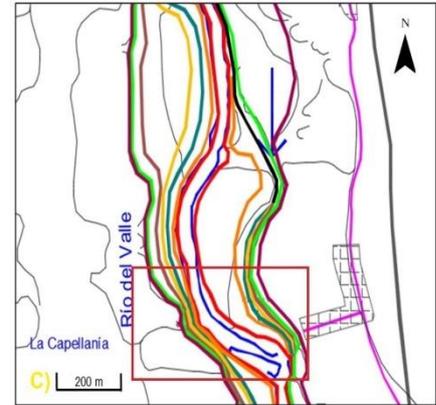


Figura N° 66 (C) - Líneas de afectación realizadas por el CFI en el año 2006

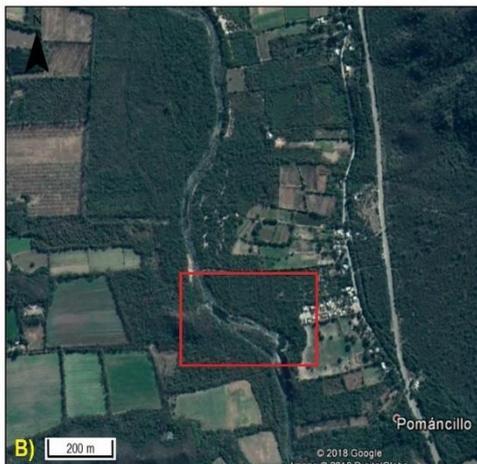


FIGURA N° 66 (B) - Imagen satelital del año 2003.

- REFERENCIAS**
- SUELO URBANO**
- Urbano General
 - Periurbano
- SUELO RURAL**
- Agrícola
 - Serrano
 - Pedemontano
- DINÁMICA FLUVIAL**
- Terraza inferior (T1)
 - Terraza Superior (T2)
 - Paleocauce
 - Lecho del Río
 - Cauce

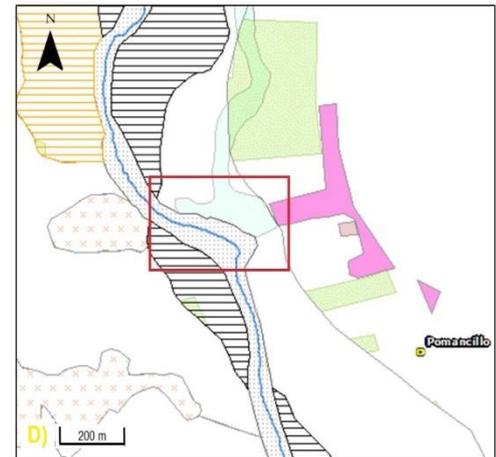
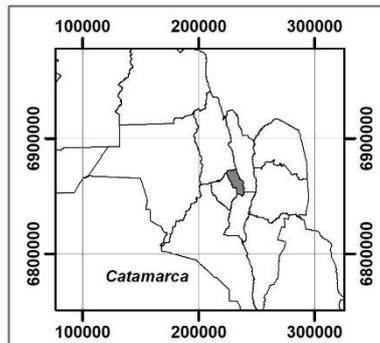
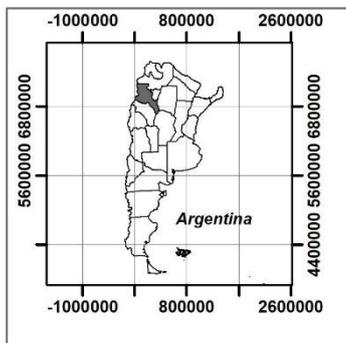


Figura N° 66 (D) - Afectación y uso del suelo, realizado a base de imagen satelital del año 2018.

Mapas de Ubicación Relativa



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CATAMARCA Facultad de Tecnología y Ciencias Aplicadas Licenciatura en Geología
AMENAZA HIDRICA Dpto. Fray Mamerto Esquíú - Provincia de Catamarca
Geología Ambiental del Departamento Fray Mamerto Esquíú de la Provincia de Catamarca - Argentina
Sueiro, Aldana Carolina
0 55 110 220 Kilómetros

**7.9. ANEXO 1-H
GEOAMENZA HÍDRICA
TRAMO 4**

**ANÁLISIS MULTITEMPORAL - TRAMO-4
DPTO. FRAY MAMERTO ESQUIÚ - CATAMARCA**



Figura N° 68 (A) - Fotografía aérea del año 1996.

- LÍNEAS AFECTACIONES**
- LÍNEA DE RIBERA
 - CRECIDA RECURRENCIA 10 AÑOS
 - CRECIDA RECURRENCIA 25 AÑOS
 - CRECIDA RECURRENCIA 60 AÑOS
 - CRECIDA RECURRENCIA 100 AÑOS
 - CRECIDA RECURRENCIA 600 AÑOS
 - CRECIDA MÁX. EROG. LAS PIRQUITAS
 - CRECIDA RECURRENCIAS VARIAS

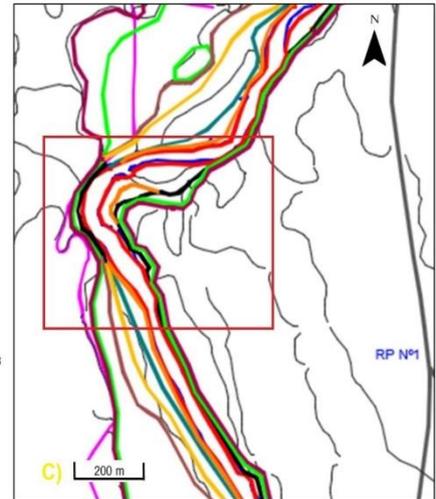


Figura N° 68 (C) - Líneas de afectación realizadas por el CFI en el año 2006.

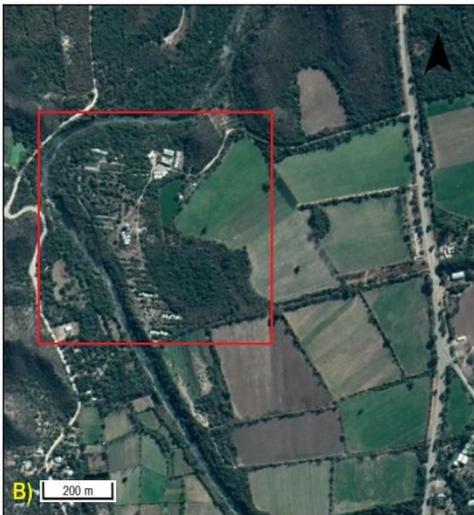


Figura N° 68 (B) - Imagen satelital del año 2003

- REFERENCIAS**
- SUELO URBANO**
- Urbano General
 - Periurbano
- SUELO RURAL**
- Agrícola
 - Serrano
 - Pedemontano
- DINÁMICA FLUVIAL**
- Terraza Inferior (T1)
 - Terraza Superior (T2)
 - Lecho del Río
 - Cauce

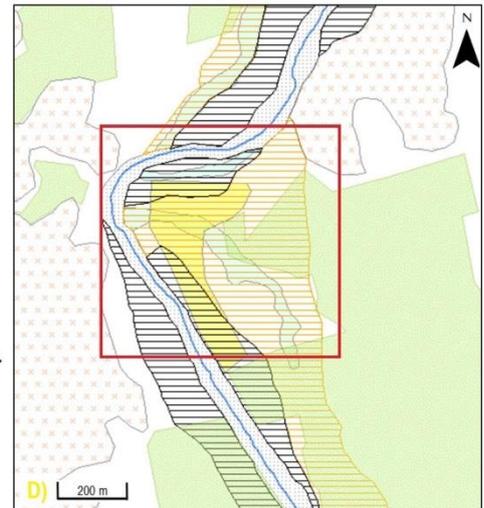
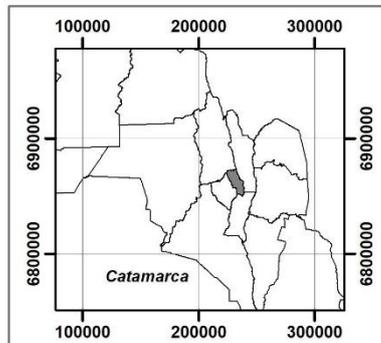
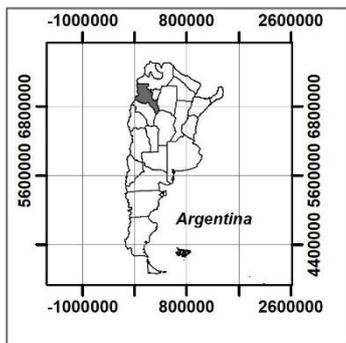


Figura N° 68 (D) - Afectación y uso del suelo, realizado a base de imagen satelital del año 2018.

Mapas de Ubicación Relativa



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CATAMARCA Facultad de Tecnología y Ciencias Aplicadas Licenciatura en Geología
AMENAZA HIDRICA Dpto. Fray Mamerto Esquíú - Provincia de Catamarca
Geología Ambiental del Departamento Fray Mamerto Esquíú de la Provincia de Catamarca - Argentina
Sueiro, Aldana Carolina
0 55 110 220 Kilómetros

**7.10. ANEXO 1-I
GEOAMENZA HÍDRICA
TRAMO 5**

**ANÁLISIS MULTITEMPORAL - TRAMO-5
DPTO. FRAY MAMERTO ESQUIÚ - CATAMARCA**

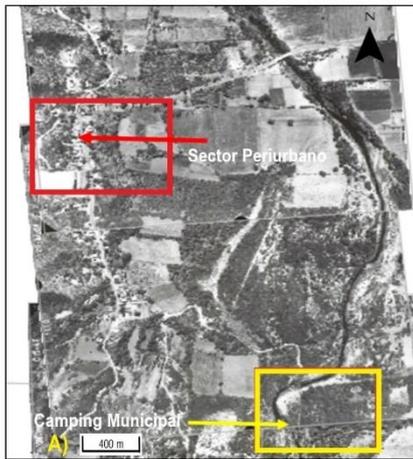


Figura N° 70 (A) - Imagen satelital del año 1996.

- LÍNEAS AFECTACIONES**
- LÍNEA DE RIBERA
 - CRECIDA RECURRENCIA 10 AÑOS
 - CRECIDA RECURRENCIA 25 AÑOS
 - CRECIDA RECURRENCIA 60 AÑOS
 - CRECIDA RECURRENCIA 100 AÑOS
 - CRECIDA RECURRENCIA 600 AÑOS
 - CRECIDA MÁX. EROG. LAS PIRQUITAS
 - CRECIDA RECURRENCIAS VARIAS

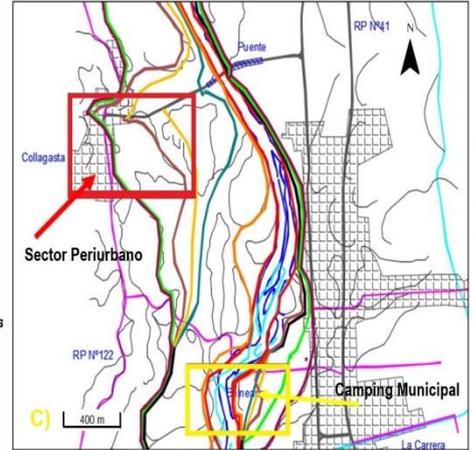


Figura N° 70 (C) - Líneas de afectación realizadas por el CFI en el año 2006.

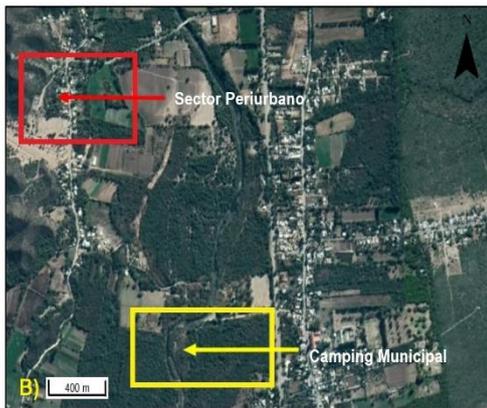


Figura N° 70 (B) - Imagen satelital del año 2003.

REFERENCIAS

SUELO URBANO

- Urbano General
- Periurbano

SUELO RURAL

- Agrícola
- Serrano
- Pedemontano

DINÁMICA FLUVIAL

- Terraza Inferior (T1)
- Terraza Superior (T2)
- Lecho del Río
- Cauce

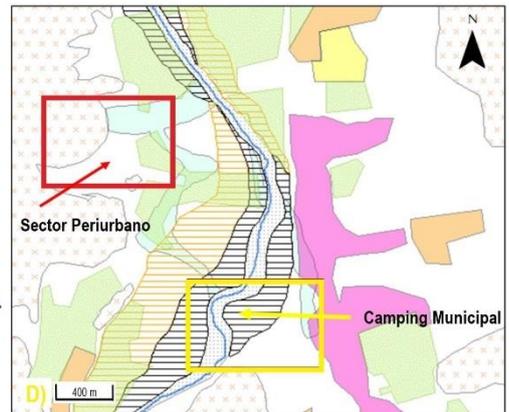
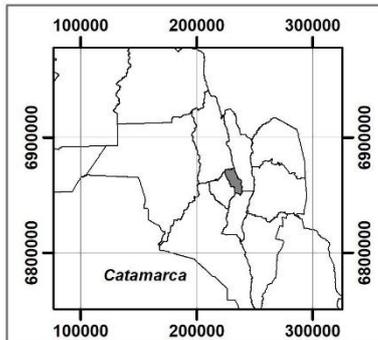
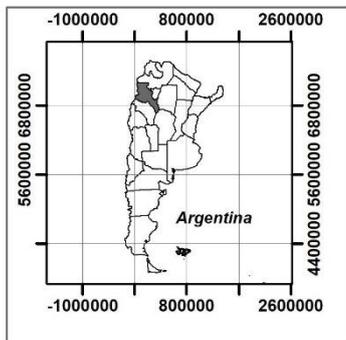


Figura N° 70 (D) - Afectación y uso del suelo, realizado a base de imagen satelital del año 2018.

Mapas de Ubicación Relativa



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CATAMARCA Facultad de Tecnología y Ciencias Aplicadas Licenciatura en Geología
AMENAZA HIDRICA Dpto. Fray Mamerto Esquíú - Provincia de Catamarca
Geología Ambiental del Departamento Fray Mamerto Esquíú de la Provincia de Catamarca - Argentina
Sueiro, Aldana Carolina
0 55 110 220 Kilómetros