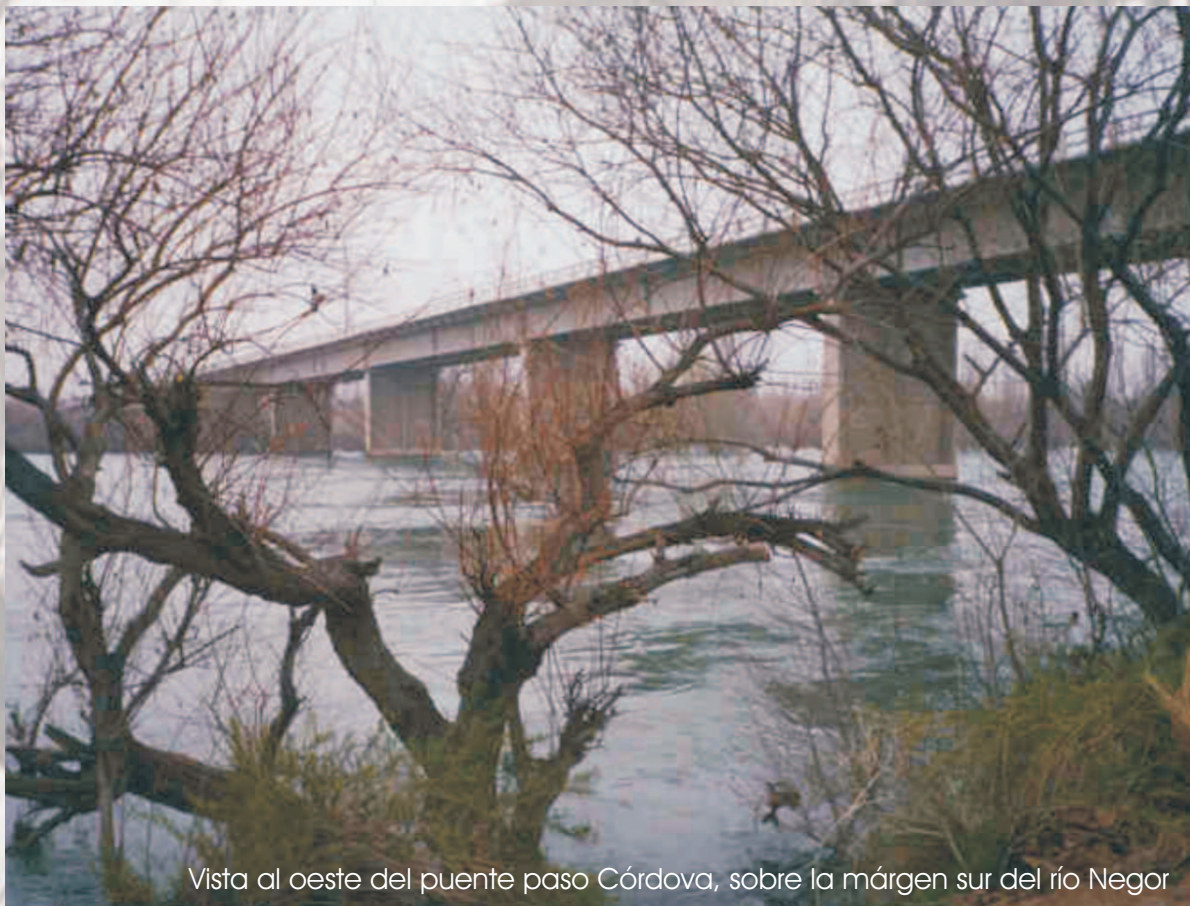


# Programa Nacional de Cartas Geológicas de la República Argentina

**1:250.000**

## Carta de Peligrosidad Geológica 3969-IV **GENERAL ROCA**



Vista al oeste del puente paso Córdova, sobre la margen sur del río Negro

Provincias de Río Negro y Neuquén

Roxana Chávez, Ricardo Caba



INSTITUTO  
DE GEOLOGÍA  
Y RECURSOS  
MINERALES

Boletín N° 302

Buenos Aires, 2004

**SEGEMAR**  
SERVICIO GEOLOGICO  
MINERO ARGENTINO

Programa Nacional de Cartas Geológicas y Temáticas

de la República Argentina

1:250.000

Carta de Peligrosidad Geológica 3969-IV

# General Roca

Provincias de Río Negro y Neuquén

Boletín N° 302

Dirección de Geología Ambiental y Aplicada

Autores del texto:        Roxana Chávez  
                                  Ricardo Caba

Mapas: Carta de Unidades litológicas (Caba, R. y Chávez, R.)

- Carta de Recursos minero depósitos antrópicos (Caba, R. y Chávez, R.)
- Ca Hidrogeológica (Caba, R. y Chávez, R.)
- Carta Geomorfológica (González Díaz, E., Chávez, R. y Caba, R.)  
                 Carta de Peligrosidad Geológica (Caba, R. y Chávez, R.)

Autores de las fichas de peligrosidad geológica:

Rafael González  
Roxana Chávez  
Ricardo Caba  
Patricia Espejo

SUBSECRETARÍA  
DE MINERÍA  
DE LA NACIÓN

SERVICIO GEOLÓGICO  
MINERO ARGENTINO

## AUTORIDADES

Presidente del Servicio Geológico Minero Argentino  
A/C Ing. JORGE MAYORAL

Secretario Ejecutivo del Servicio Geológico Minero Argentino  
Lic. PEDRO ALCÁNTARA

Director del Instituto de Geología y Recursos Minerales  
Lic. ROBERTO PAGE

Director de Geología Ambiental y Aplicada  
Lic. OMAR LAPIDO

---

INSTITUTO DE GEOLOGÍA Y RECURSOS MINERALES  
SEGEMAR

Av. Julio A. Roca 651 –10° piso  
1322 Buenos Aires  
República Argentina

---

Es propiedad del Instituto de Geología y Recursos Minerales  
Prohibida su reproducción

<b>1</b>	<b>RESUMEN.....</b>	<b>5</b>
<b>2</b>	<b>INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>5</b>
<b>2.1</b>	<b>CARACTERÍSTICAS GEOGRÁFICAS Y MORFOLÓGICAS .....</b>	<b>5</b>
2.1.1	Flora.....	8
2.1.2	Suelos .....	8
2.1.2.1	Uso agrícola del suelo.....	8
<b>2.2</b>	<b>CARACTERÍSTICAS GEOLÓGICAS .....</b>	<b>9</b>
<b>2.3</b>	<b>CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS .....</b>	<b>11</b>
<b>3</b>	<b>METODOLOGÍA DE TRABAJO .....</b>	<b>17</b>
<b>4</b>	<b>EXPLICACIÓN DE LOS MAPAS TEMÁTICOS.....</b>	<b>19</b>
<b>4.1</b>	<b>MAPA LITOLÓGICO .....</b>	<b>19</b>
4.1.1	I- Depósitos Superficiales.....	20
4.1.1.1	Ia- Gravas, arenas y limos .....	20
4.1.1.2	Ib- Arenas .....	20
4.1.1.3	Ic- Arenas finas, limos y arcillas .....	20
4.1.1.4	Id- Conglomerados, gravas y arenas .....	20
4.1.1.4.a	Id1- Conglomerados con reducida cementación calcárea, gravas y arenas.....	21
4.1.1.4.b	Id2- Conglomerados con cemento calcáreo, gravas y arenas .....	21
4.1.1.4.c	Id3- Conglomerados (sin a muy reducida cementación calcárea), ... gravas y arenas.....	21
4.1.2	II- Rocas Sedimentarias.....	22
4.1.2.1	IIa- Areniscas, conglomerados y arcilitas.....	22
4.1.2.2	IIb- Fangolitas, areniscas y tufitas .....	22
4.1.2.3	IIc- Areniscas y conglomerados .....	23
4.1.3	III- Rocas Plutónicas y Volcánicas.....	23
4.1.3.1	IIIa- Granitos, tonalitas, granodioritas, dacitas y riolitas .....	23
4.1.4	V- Rocas Volcánicas y Volcanosedimentarias .....	24
4.1.4.1	Va- Basaltos.....	24
4.1.4.2	Vb- Tufitas, arcilitas y areniscas .....	24
<b>4.2</b>	<b>MAPA GEOMORFOLÓGICO .....</b>	<b>30</b>
4.2.1	Geformas Fluviales.....	30
4.2.1.1	Abanicos aluviales .....	30
4.2.1.2	Bad lands .....	30
4.2.1.3	Planicies aluviales .....	30
4.2.1.4	Terrazas aluviales .....	31
4.2.1.5	Playas.....	31
4.2.2	Geformas Poligenéticas .....	31
4.2.2.1	Pedimentos .....	31
4.2.2.2	Peneplanicie exhumada .....	32

4.2.2.3	Planicies estructurales con rodados cementados por carbonato de calcio .....	32
4.2.2.4	Planicies estructurales en rocas sedimentarias .....	33
4.2.2.5	Planicie estructural lávica .....	33
4.2.2.6	“Bajos” de origen poligenético .....	34
4.2.3	Morfogenia Eólica .....	34
4.2.3.1	Dunas longitudinales .....	34
4.2.3.2	“Bajos” o cubetas de deflación eólica .....	34
4.2.4	Geformas derivadas del proceso de la remoción en masa .....	34
<b>4.3</b>	<b>MAPA DE PROCESOS GEODINÁMICOS .....</b>	<b>37</b>
4.3.1	Procesos Geodinámicos Externos .....	37
4.3.1.1	Erosión .....	37
4.3.1.1.a	Erosión fluvial .....	37
4.3.1.1.b	Erosión eólica .....	38
4.3.1.2	Inundación .....	41
4.3.1.3	Remoción en masa .....	44
4.3.1.4	Sedimentación .....	47
4.3.2	Inventario de los Procesos Geodinámicos Externos más Significativos ....	49
4.3.2.1	Inundaciones históricas .....	49
4.3.2.1.a	Introducción histórica sobre la fundación de General Roca .....	49
4.3.2.1.b	Inundaciones pre-obras hidráulicas principales .....	50
4.3.2.1.c	Aprovechamientos hidráulicos .....	52
4.3.2.1.d	Inundaciones post-obras hidráulicas principales .....	58
4.3.2.2	“Aluviones” históricos .....	71
4.3.2.2.a	Obras de defensa .....	71
4.3.2.2.b	Inventario de los principales “aluviones” .....	74
4.3.3	Procesos Geodinámicos Internos .....	84
4.3.3.1	Sismicidad .....	84
<b>4.4</b>	<b>CRITERIOS PARA LA EVALUACIÓN DE LA PELIGROSIDAD .....</b>	<b>86</b>
4.4.1	Áreas de peligrosidad de menor a mayor grado .....	89
4.4.1.1	Peligrosidad muy baja a nula .....	89
4.4.1.2	Peligrosidad baja .....	89
4.4.1.3	Peligrosidad moderada .....	89
4.4.1.4	Peligrosidad moderada a alta .....	90
4.4.1.5	Peligrosidad alta .....	90
4.4.1.6	Peligrosidad muy alta .....	91
4.4.2	Consideraciones Finales .....	92
<b>5</b>	<b>AGRADECIMIENTOS .....</b>	<b>95</b>
<b>6</b>	<b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>96</b>
	<b>ANEXO I: PLAN PARA EMERGENCIAS HÍDRICAS .....</b>	<b>98</b>
	<b>ANEXO II: FICHAS INVENTARIO DE PELIGROSIDAD GEOLÓGICA .....</b>	<b>104</b>

## 1 RESUMEN

El presente informe se encuadra dentro de las normativas para la realización de las cartas línea-base de peligrosidad geológica de la República Argentina. En este trabajo se presenta la carta de Peligrosidad Geológica de la Hoja 3969-IV (General Roca), en el cual se han elaborado mapas integrados a pequeña escala, 1:250.000 que incluyen la información básica para la estimación de la peligrosidad actual y potencial del territorio. Estos mapas son el litológico, el hidrográfico, el de infraestructura, el de recursos mineros y depósitos antrópicos, el geomorfológico y el de procesos geológicos (antiguos y actuales). También se han confeccionado esquemas a escala 1:1.000.000, estos son los de características meteorológicas, densidad de población, procesos geológicos y un esquema geológico regional a escala 1:2.500.000. A partir de estos mapas se confeccionó la Carta de Peligrosidad Geológica, la cual permite impulsar la toma de medidas preventivas que atenúen o disminuyan los efectos perjudiciales de los procesos naturales, que pueden suponer riesgos para vidas humanas, infraestructuras y bienes. El mapa de peligrosidad es una herramienta muy importante para los organismos nacionales, provinciales y municipales en el momento de elaborar planes de mitigación de desastres y de ordenamiento territorial.

La peligrosidad geológica se refiere a la posibilidad o probabilidad (cualitativa o cuantitativa) de ocurrencia de un determinado proceso potencialmente desastroso y la determinación de su zona de acción e influencia.

A esta cartografía se le incorporó la confección de Fichas Inventario para cada uno de los procesos que generaron pérdidas o algún daño en el área de estudio y que integran el catálogo de Peligrosidad geológica de la República Argentina. Dichos datos fueron obtenidos de diversas fuentes, publicaciones, registros históricos, recortes periodísticos y de observaciones directas de campo. La carta peligrosidad incluye los puntos que históricamente sufren daños y que están descriptos en las Fichas Inventario. La base de este mapa tiene la red hidrográfica, la infraestructura principal y las curvas de nivel en una densidad adecuada para no enmascarar la información de peligrosidad geológica.

## 2 INTRODUCCIÓN

### 2.1 CARACTERÍSTICAS GEOGRÁFICAS Y MORFOLÓGICAS

La zona de estudio se extiende entre los paralelos 39° y 40° de latitud sur y los meridianos 69° y 67° 30' de longitud oeste, abarcando una importante porción de la región noroccidental de la provincia de Río Negro y en su ángulo noroeste un pequeño sector de la provincia de Neuquén. Comprende en parte al departamento de Confluencia, de la provincia de Neuquén y a los departamentos de General Roca y El Cuy, de la provincia de Río Negro. La densidad de población de estos departamentos se observa en el cuadro adjunto, según datos aportados por el INDEC del censo 1991; pero se ha realizado un cálculo estimativo para la Hoja, de acuerdo a los núcleos urbanos que se encuentran en cada departamento.

Departamento	Densidad de población (INDEC)	Densidad de población calculada para la Hoja
General Roca	18,1 hab./km <sup>2</sup>	150 hab./km <sup>2</sup>
Confluencia	36,2 hab./km <sup>2</sup>	5,0 hab./km <sup>2</sup>
El Cuy	0,2 hab./km <sup>2</sup>	0,15 hab./km <sup>2</sup>

El departamento de General Roca posee el mayor núcleo urbano de la zona de estudio con más de 50.000 habitantes. En el departamento de Confluencia se encuentra la localidad de Senillosa, que es el segundo núcleo urbano con más de 2.000 habitantes y en El Cuy se localizan los asentamientos más pequeños de la región (ver esquema de población).

La Hoja 3969-IV, General Roca, abarca el sector noroccidental del Macizo Nordpatagónico, y el extremo oriental de la Cuenca Neuquina. El relieve es predominantemente mesetiforme, aunque se alterna con algunas serranías bajas, cañadones, valles fluviales y bajos.

En cuanto a su sistema fluvial, en el sector norte se encuentran los ríos Negro y Limay, de típico régimen pluvio-nival y en el resto de la región, existen zonas endorreicas, integradas por pequeños cauces temporarios que drenan hacia pequeñas lagunas temporarias o salinas, en correspondencia con la región de escasa precipitación. El río Negro nace de la unión entre los ríos Neuquén y Limay, siendo este último el más caudaloso ya que aporta el 70% de su caudal.

En la región occidental de la Hoja, se encuentra la presa el Chocón que cierra al río Limay dando lugar al Embalse Ezequiel Ramos Mexía, cuya longitud es de 66 km, su superficie de 816 km<sup>2</sup> y su volumen de 2.354 hm<sup>3</sup>. El río Limay, desague directo del Lago Nahuel Huapi, corre dentro de un valle encajonado, pero con bordes muy empinados, presenta un módulo que varía entre 270 m<sup>3</sup>/seg en su valle superior y 760 m<sup>3</sup>/seg en el inferior. El regulador de crecidas (vertedero), permite una evacuación máxima de 8.000 m<sup>3</sup>/seg. Aguas abajo de dicha presa, se encuentra el dique compensatorio Arroyito de 3.500 m de longitud, el mismo presenta un evacuador de crecientes con una capacidad de erogación de 4.500 m<sup>3</sup>/seg (Rimoldi y Turazzini, 1984).

En la zona de estudio se encuentra el río Negro en su tramo superior, que corresponde a la zona conocida como Alto Valle. Su valle es de importante desarrollo, delimitado por bordes muy escarpados, que localmente se conocen como "bardas", donde el curso del río corre recostado sobre la barda sur.

En la parte central de la Hoja, se encuentra la meseta de Rentería, la cual constituye un suave plano inclinado hacia el NE, con una cota máxima de 925 m en su extremo occidental y otra mínima de 550 m en su vértice oriental; solo interrumpido por algunos importantes bajos endorreicos en su porción oriental. La ruta provincial N°74 que va desde Aguada Guzmán hasta El Anfiteatro, atravesando la meseta de Rentería, se une luego con la ruta provincial N°7, llegando hasta la zona de Paso Córdoba. A partir del paraje de Rentería se empalma con la ruta provincial N°68 hasta el dique El Chocón. En el sector noroeste, la ruta nacional N°237 llega a la localidad de Picún Leufú, en la Hoja vecina y la ruta nacional N°22 une la Villa El Chocón con la ciudad de Neuquén y la localidad de General Roca.

En la región centro-austral de la Hoja se encuentran mantos lávicos que forman extensas altiplanicies con estrechas ramificaciones, determinando entre ellas características rinconadas (Basalto El Cuy).

En el sector noreste, el salitral Moreno con una cota de 250 m, forma parte del conjunto de bajos alineados que se extienden fuera de nuestra Hoja, posee una orientación alargada E-O y constituye el nivel de base de un importante drenaje de carácter semipermanente que desagua en el mismo. La ruta provincial N° 6, atraviesa todo el sector este de la Hoja, desde General Roca hasta El Cuy.

El Complejo Plutónico Volcánico de Curaco con un largo aproximado de 48 Km y un ancho de 16 km, se ubica en el sector sudoriental de la Hoja. Al norte está limitado por el cañadón El Salado, al sur por el cañadón El Loro y en su tercio norte es disectado por el cañadón La Soledad. En el ángulo sudoriental de la Hoja la ruta provincial N° 68 conduce hasta la zona del río Cullén-Leufú.

En el sector sudoccidental de la Hoja se desarrolla un paisaje mesetiforme constituido por la planicie estructural de El Trapo, la cual se extiende hasta alcanzar la continuación septentrional del cañadón Marracó, que desemboca en el embalse Ezequiel Ramos Mexía.

Diagrama de ubicación y de localización de la Hoja General Roca:

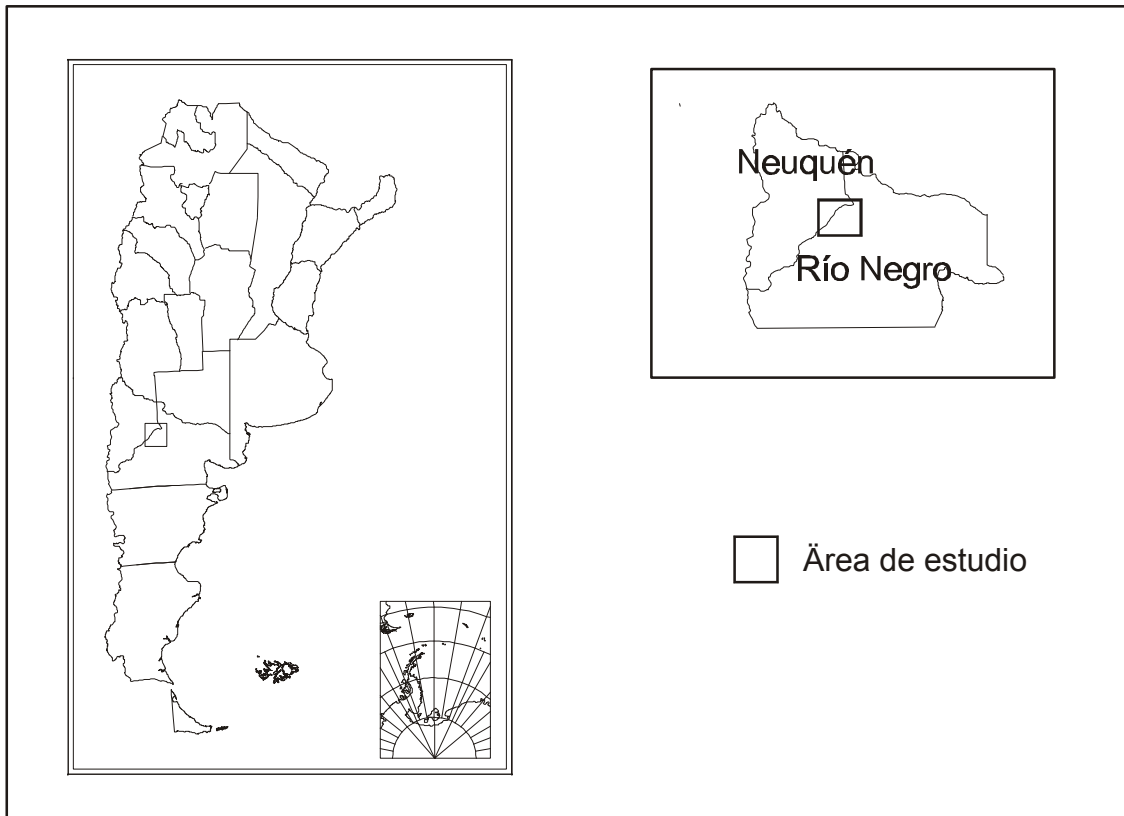


Figura N°1

### **2.1.1 Flora**

La región se encuentra comprendida en el Distrito del Monte, pero con participación de algunos elementos de la estepa, dado que es una zona de transición entre ambas. Las especies predominantes son *Larrea divaricata* y *cuneifolia* (jarilla), *Gourliacea spinosa* (chañar), *Condalia microphylla* (piquillín), *Prosopis div. sp.* (alpataco), *Monttea aphylla* (matacebo) y *Chuquiraga erinacea* (uña de gato).

En las riberas bajas y húmedas del río predomina el sauce colorado (*Salix Humboldtiana*) y la cortadera (*Cortadeira dioica*), mientras que en los suelos con elevado tenor salino sobresalen géneros de vegetación halófila como *cachiyuyo* (*Atriplex*) y *Suaeda*, que cubren discontinuamente la superficie favoreciendo la acción del viento que remueve el material más fino (Caba, Calmels, Castellote y Espejo, 1995).

### **2.1.2 Suelos**

En líneas generales y sobre la base de la información generada por el INTA (1989), se han reconocido en la Hoja suelos pertenecientes a dos Ordenes: Entisoles y Aridisoles. En general son suelos pedregosos que suelen tener un horizonte superficial claro y pobre en materia orgánica (epipedón ócrico).

Los primeros son suelos de escaso a nulo desarrollo y por lo general no presentan otros horizontes diagnósticos. Tienen un perfil simple, poco diferenciado, A-C y suelen encontrarse en las geoformas más jóvenes o en los depósitos actuales. A su vez, se han diferenciado dentro de los mismos a los Fluventes, generalmente en las planicies aluviales. En sectores de pendientes, abanicos aluviales y pedimentos disectados son importantes los Ortentes y los Psamientos se encuentran asociados con las acumulaciones eólicas arenosas.

Los Aridisoles son los suelos de climas áridos, que presentan mayor grado de desarrollo, con diferenciación de horizontes diagnósticos como puede ser el horizonte Bt (argílico), en los Haplargides. En general son comunes en geoformas más antiguas y estables. Dentro de este Orden, los suelos que se encuentran más distribuidos son los Calciortides, que carecen de horizonte argílico, pero poseen un horizonte petrocálcico (K). La secuencia de horizontes suele ser A1- AC- Ck, encontrándose en las planicies estructurales con rodados cementados por carbonato de calcio. Los Salortides, se asocian a los bajos presentes en la Hoja, con acumulación de sales.

#### **2.1.2.1 Uso agrícola del suelo**

El primer cultivo que se realizó en la región del Alto Valle fue el de la alfalfa. Los suelos pobres en materia orgánica, incorporaban de esta manera nitrógeno, tomándose más aptos para otros cultivos. Durante la década del 30, dejó de ser el principal cultivo de la zona, aumentando la superficie cultivada de vid y productos hortícolas, especialmente tomate. Posteriormente, la agricultura bajo riego pasó una profunda transformación. La creciente exportación de frutas, impulsó al fraccionamiento de la tierra cultivable. Los precios del mercado, provocaron que cada vez se dedicaran mayores extensiones a la fruticultura y se redujeran los otros cultivos, sobre todo la vid y las pasturas. La

fruticultura pasó a tener entonces, casi categoría de monocultivo (Caba, Calmels, Castellote y Espejo, 1995).

## 2.2 CARACTERÍSTICAS GEOLÓGICAS

Para la caracterización de las unidades geológicas del área de trabajo, se siguió la descripción de la Hoja realizada por Leanza y Hugo (1999). Sin embargo existen algunos aportes realizados por el Dr. González Díaz y los autores de este informe en cuanto a las unidades cuaternarias, especialmente en la elaboración de los mapas geomorfológico y litológico.

El basamento de la región está constituido por el Granito El Maruchito y el Complejo Plutónico-Volcánico de Curaco, que fueron emplazados desde el Pérmico al Triásico medio. El Granito El Maruchito es un asomo reducido del sector sudoccidental de la Hoja. El Complejo Plutónico-Volcánico de Curaco agrupa a stocks e intrusiones de composición tonalítica-granodiorítica-granítica y volcanitas en menor cantidad, existiendo además en toda la superficie del cuerpo numerosos juegos de diques. La Fase Araucánica (ciclo Orogénico Araucánico) sería la responsable del fallamiento de rumbo dominante este-oeste que afecta al basamento del Macizo Nordpatagónico (Complejo Plutónico - Volcánico de Curaco).

Las unidades sedimentarias más antiguas corresponden al Grupo Neuquén, de origen continental y edad Cretácico inferior-superior. Este grupo se halla representado por los Subgrupos Río Limay, Río Neuquén y Río Colorado. El subgrupo Río Limay comienza con la Formación Candeleros, constituida por conglomerados, las características areniscas masivas de tonalidad morada y fangolitas subordinadas. En la Hoja General Roca, no se observan las relaciones de base de esta Formación, siendo cubierta por la Formación Huincul. La Formación Huincul aflora en la región occidental de la Hoja y contiene conglomerados, areniscas amarillentas y en menor cantidad fangolitas. Dicho subgrupo culmina con la Formación Cerro Lisandro, en el frente occidental de la planicie de Rentería, con arcilitas y fangolitas de color rojo, masivas e intercalaciones de areniscas. El subgrupo Río Neuquén se encuentra representado por las Formaciones Portezuelo y Plottier. Desde El Anfiteatro hacia el norte dichas Formaciones se han podido separar, pero hacia el sur de este paraje y en el resto de la Hoja el pase entre ambas unidades no aparece con nitidez, por lo cual no es posible separarlas y se las mapeo juntas. La Formación Portezuelo está compuesta por areniscas, con intercalaciones subordinadas de conglomerados y fangolitas. La Formación Plottier está constituida principalmente por fangolitas rojas y en menor cantidad por areniscas, cubierta concordantemente por la Formación Bajo de la Carpa. Al perder las Formaciones Cerro Lisandro, Portezuelo y Plottier, sus características distintivas por influencia del basamento y no poder mapearlas independientemente, se utilizó la denominación de Formación Santa Lucía. El perfil tipo de dicha Formación se encuentra en las cercanías del paraje Santa Lucía del Cuy, con predominio de fangolitas y una alternancia de areniscas, arcilitas, tufitas. Las Formaciones Bajo de la Carpa y Anacleto corresponden al subgrupo Río Colorado, la primera, ampliamente desarrollada en toda la Hoja, está constituida por areniscas de tonalidad castaño y en menor cantidad conglomerados y fangolitas. Dicha Formación pasa transicionalmente a la

Formación Anacleto, la cual contiene principalmente, fangolitas de intensa tonalidad rojiza y abundante yeso secundario en forma de venillas.

El siguiente ciclo sedimentario corresponde a la ingresión marina, representada por el Grupo Malargue, de edad Cretácico superior-Terciario; el mismo está integrado por las Formaciones Allen (continental), Jaguel (marino) y Roca (marino). La Fase Huantraiquica (Ciclo Patagonídico) es la responsable de dicha ingresión. La Formación Allen está integrada por un Miembro inferior con areniscas y limolitas, pero más arenoso, otro intermedio con pelitas y limolitas y otro superior con pelitas, yeso y calizas. Los Miembros intermedio y superior tienen poca expresión areal en la Hoja y en los lugares que afloran, se los agrupa con la Formación Anacleto en la misma unidad litológica. El Miembro inferior se desarrolla en la región de Paso Córdova, allí afloran además, areniscas rojas con barras de acreción lateral, que constituyen las características "Areniscas del Peñón". Sólo en la loma San Martín se encuentra la Formación Jaguel, la misma está caracterizada por limolitas y arcilitas. La escasa expresión areal de esta Formación la exime de ser considerada como una unidad litológica distinta. La Formación Roca de edad paleocena, se encontró únicamente en la intersección del curso del arroyo El Manzano con la ruta provincial N°74 (Leanza y Hugo, 1999). Este reducido afloramiento está integrado por arcilitas, coquinas con una diversa fauna de invertebrados marinos y calizas subordinadas. Dicho afloramiento se encuentra en posición extraña y según las observaciones de campo efectuadas por los autores de la Hoja geológica, el Grupo Neuquen continúa en secuencia normal por encima de la Formación Roca.

A principios del Cenozoico, luego del retiro del mar rocanense, se produjo el ascenso y plegamiento de los Grupos Neuquén y Malargue por efecto de la Fase Incaica (Ciclo Andico). Luego se elaboró una incipiente red de drenaje y se depositaron en discordancia erosiva (Fase Pehuénchica), sedimentitas epiclásticas y piroclásticas de la Formación Chichinales (Oligoceno superior-Mioceno inferior a medio). Dicha Formación se encuentra ampliamente extendida en la Hoja, con predominio de tufitas grises y castaño claras, con intercalaciones de areniscas, limolitas y arcilitas subordinadas, además de una abundante fauna de reptiles, aves y mamíferos. En la sierra Blanca de la Totorá se apoya en discordancia erosiva la Formación Sierra Blanca de la Totorá (Mioceno superior), constituida por cuerpos calcáreos, tufitas y arcilitas; pasando transicionalmente a la Formación El Palo con dominio de areniscas grises y castañas e intercalaciones de tufitas. En la región de Paso Córdova, esta última Formación se apoya en discordancia erosiva sobre la Formación Chichinales y es cubierta por los depósitos de la planicie estructural de El Cuerno.

Durante el Plioceno inferior, antiguos valles encajonados fueron invadidos por coladas basálticas y luego por inversión de relieve, a estos basaltos se los encuentra coronando alturas mayores (Fase Diaguítica). Estos extensos mantos lávicos se encuentran ampliamente distribuidos en la región centro-austral de la Hoja y corresponden al Basalto El Cuy. El foco ígneo se halla en el Cerro Encayapau (ubicado en la Hoja Los Menucos). Dichas coladas se apoyan en general sobre las sedimentitas de la Formación Chichinales y en el área de estudio no son cubiertas por otra unidad.

A fines del Plioceno y principios del Pleistoceno, episodios de carácter fluvial originaron procesos de erosión y acumulación, elaborándose en primer

lugar los depósitos de la planicie estructural de Rentería. A continuación se desarrollaron los depósitos que cubren el primer nivel de pedimentos; los depósitos de la planicie estructural de El Trapo, en el ángulo sudoccidental de la Hoja; los depósitos que cubren el segundo nivel de pedimentos y los de la planicie de El Cuerno, al sur del Paso Córdova. Luego se elaboraron sucesivamente los niveles de terrazas de los ríos Negro, Limay y Cullén Leufú. A fines del Pleistoceno se desarrollaron episodios de erosión, elaborándose los pedimentos que rodean a la planicie estructural de Rentería. Durante el Holoceno, continuaron los depósitos de bajos, lagunas, depósitos eólicos y depósitos aluviales y coluviales.

### 2.3 CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS

De acuerdo a la clasificación climática de Köppen (1953), tomada de Strahler y Strahler 1989, la Hoja General Roca corresponde a un clima desértico y frío (BWk). Lo cual indica que es un clima seco, donde la evaporación excede la precipitación, sobre un promedio anual, de manera que no tendremos excedente hídrico. El mismo es árido (desértico), con precipitación anual inferior a los 400 mm y frío con temperatura media anual inferior a los 18°C.

Según la clasificación climática de Thornthwaite y Mather 1955, en Mendia 1992, el área que abarca la Hoja corresponde al tipo climático árido mesotermal, con nulo o pequeño exceso de agua y moderada o baja concentración estival de la eficiencia térmica. Las zonas climáticas determinadas en base a la aplicación del índice de aridez por el método Thornthwaite, indican que la región de estudio coincide prácticamente con la zona árida inferior (índice de aridez < 0.20). Dicho índice se expresa por la relación: precipitación/evapotranspiración.

Dentro de los factores naturales que condiciona a la desertificación, el clima es uno de los más importantes. El criterio tomado por la UNESCO y FAO para la elaboración del mapa mundial de desertificación, fue tomando en cuenta dicho índice de aridez. Generalmente cuanto más árido es el clima, mayor es la vulnerabilidad de la capacidad natural de la tierra (Mendía, 1992).

Es importante mencionar la comparación realizada por Arroyo (1989), al trazar las isohietas del período 1901-1960 y las del promedio 1971-1980, para la región nordpatagónica. El autor explica que se desarrolla en el país un ciclo húmedo en los últimos 25 años y en tal sentido la década 1971-1980 puede resultar la muestra significativa de dicho ciclo. El cuadro de la figura N°2 muestra como las precipitaciones en el Alto Valle, han aumentado en las últimas décadas, como parte de este ciclo húmedo. En la figura N°3 se observa lo mismo, con un aumento importante de la precipitación media anual a partir del período 1951/1970. Los valores de la estación Cipolletti, han sido considerados, por estar ésta ciudad muy próxima a nuestra área de estudio y pertenecer a la región del Alto Valle.

Período	Precipitación media anual (mm)
1903/27	161,2
1928/37	171,7
1937/50	175,3
1951/70	191
1971/80	210,2
1981/90	240,5

Figura N°2: Cuadro de precipitaciones medias anuales, en diferentes períodos para la Estación Meteorológica de Cipolletti (datos obtenidos del “Informe del clima en Cipolletti y área de Influencia”. ENDEMAS).

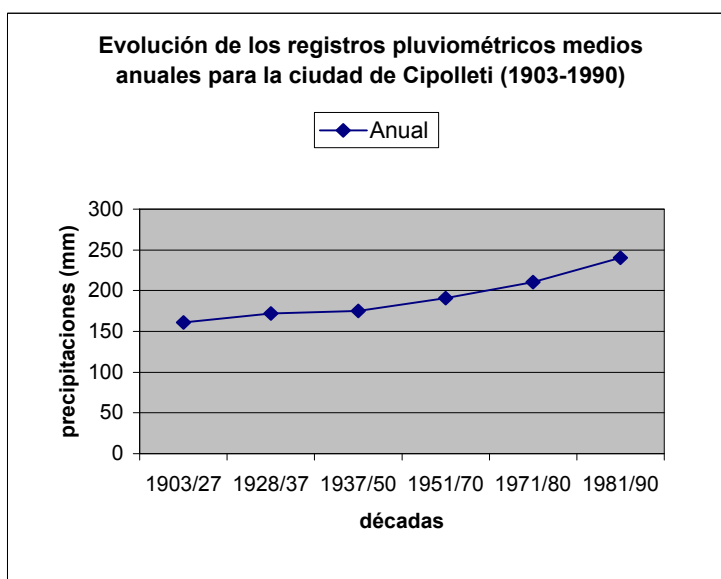


Figura N°3

Se debe destacar, que según Arroyo 1989, para el período más antiguo, la zona de estudio quedaba comprendida, por debajo de la isohieta de 200 mm. A partir de la década del 70, en la estación de Cipolletti, este valor ha sido superado, siendo de 210,2 mm/año para dicha década y de 240,5 mm/año para la del 80 (Figura N°3). Lo mismo se puede ver en la estación Alto Valle INTA, con un registro de 296,2 mm/año para esta última década (Figura N°4). Para este cuadro, se utilizaron las siguientes fuentes:

Servicio Meteorológico Nacional, 1962. “Datos pluviométricos 1921-50 (S.M.N.)  
 Registros recopilados por De Fina 1992, Datos pluviométricos 1921-50 (\*)  
 Servicio Meteorológico Nacional, “Datos pluviométricos 1981-90.

Estaciones	PP. media anual (mm)		PP. máx. media en 24 Hs.(mm) 1981-90
	(1921-50)	(1981-90)	
Cipolletti (S.M.N.)	162	232,2	91,6
Cnl.J.J.Gomez-Alto Valle INTA (S.M.N.)	179	296,2	94,1
General Roca (*)	169		
A. Stefenelli (*)	162		
Curacó (*)	159		
El Cuy (*)	158		
Ea. Trica-Có (*)	144		
Santa Lucía del Cuy (*)	139		
Senillosa (*)	127		

Figura N°4: Cuadro con estaciones pluviométricas y datos de precipitaciones medias anuales y máximas medias en 24 horas.

Las precipitaciones en la región del Alto Valle se distribuyen de la siguiente manera: los meses de octubre y marzo son los de mayor cantidad de lluvias, mientras que los otros meses son relativamente uniformes. Esto puede observarse en la figura N°5, a pesar de ser un promedio del intervalo 1923-87, en el cual también hay registros de períodos más secos que las últimas décadas. La figura N°6 muestra que en la década del 80, la estación del año con mayores registros también es el otoño, principalmente Marzo. Sin embargo se ve un aumento importante en los meses del invierno y verano con respecto a períodos anteriores, como ocurrió en la inundación del año 2001 (ver el capítulo 4.3.3.1.d: Inundaciones post-obras hidráulicas).

Registros de precipitaciones (mm) y temperaturas (°C) para el período 1923-1987:

	<i>Ene</i>	<i>Feb</i>	<i>Mar</i>	<i>Abr</i>	<i>May</i>	<i>Jun</i>	<i>Jul</i>	<i>Agos</i>	<i>Sep</i>	<i>Oct</i>	<i>Nov</i>	<i>Dic</i>
<b>PP.med.</b>	17,2	12,4	21,9	16,6	18,2	16,1	15,7	11,3	12,7	22,2	16,5	16,9
<b>Temp.Med.</b>	23,6	22,2	18,9	14,0	9,7	6,4	6,6	8,2	11,7	15,8	19,7	22,4

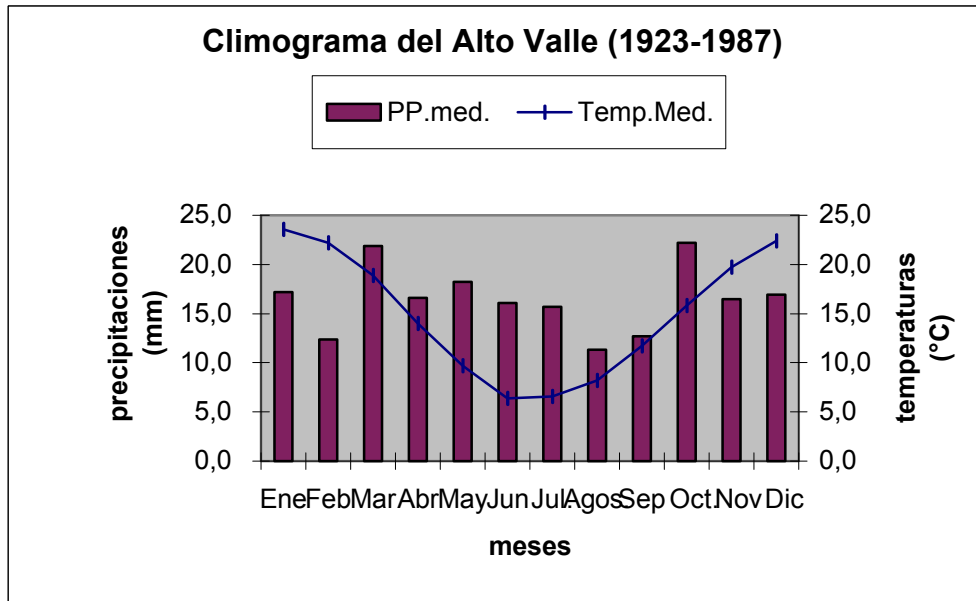


Figura N°5: Climograma de la estación Cnl. J. J. Gómez - Alto Valle INTA (S.M.N.). Período: 1923-1987.

Registros de precipitaciones (mm) y temperaturas (°C) para la década 1981-1988:

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Agos	Sep	Oct	Nov	Dic
<b>PP.med.</b>	24,8	20,3	52,2	26,7	15,5	29,1	26,8	9,4	35,4	18,9	9,7	27,5
<b>Temp.Med.</b>	22,1	21,6	18,2	13,5	9,0	5,8	5,3	7,9	11,2	15,0	19,1	21,6

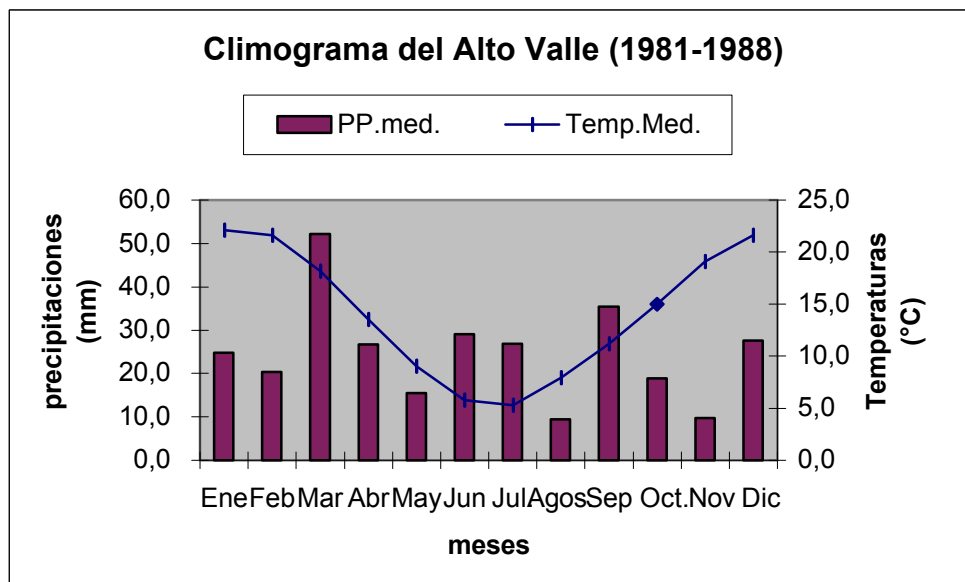


Figura N°6: Climograma de la estación Cnl. J. J. Gómez - Alto Valle INTA (S.M.N.). Período: 1981-1988.

En cuanto a la precipitación máxima diaria, existen los datos registrados por las estaciones meteorológicas, cuando se produjeron los principales “aluviones” que afectaron la zona del Alto Valle. Por ejemplo en el año 1966, el registro pluviométrico de la Estación Alto Valle INTA fue de 85 mm en aproximadamente 24 horas y en el año 1975 se registraron 113 mm caídos en un solo día. En el caso del “Aluvión” de 1999, los instrumentos del aeropuerto local midieron 51 mm en dos horas y 4 mm más durante la noche, haciendo la salvedad que este registro fue superado en la parte alta de las “bardas”, donde pudo haber alcanzado aproximadamente los 100 mm. Este dato pluviométrico es el mayor en los últimos 10 años y superior al de diciembre de 1994 con 47 mm (ver capítulo 4.3.2.2.b: Inventario de los principales “aluviones”).

La temperatura de la región del Alto Valle, según datos de la última década, la temperatura media anual es de 14,2°C, siendo la máxima media anual de 21,7°C y la mínima media anual de 6,9°C. La temperatura máxima absoluta registrada es de 40,5°C y la mínima absoluta de -11,2°C, (estación meteorológica del Alto Valle INTA). En el sur de la Hoja se registraron temperaturas más bajas, según datos recopilados por De Fina 1992, para la década 1941-50, la temperatura media para el mes más caluroso fue de 19,6°C y la del mes más frío fue de 3,2°C, en la localidad de El Cuy.

El esquema climático de la zona de estudio contiene las curvas de temperatura media anual del período 1941-70 (Arroyo, 1989) y las estaciones meteorológicas, con los registros pluviométricos recopilados por De fina (1992) y los del Servicio Meteorológico Nacional (ver cuadro de la Figura N°4). Las curvas de precipitación no se han trazado por no tener suficientes estaciones meteorológicas activas en la Hoja, además los registros pluviométricos recopilados pertenecen a distintos períodos.

Una de las principales características del clima del Alto Valle es la baja presencia de nubosidad durante los meses de primavera y verano dando una radiación solar alta que junto a la elevada amplitud térmica día-noche, coloca a la región como uno de los más importantes centros productores de frutas. Sin embargo existe un elevado riesgo de daño en la producción por heladas primaverales, consideradas como tardías (Figura N°7).

Fecha media 1° helada	5 de Abril
Fecha media última helada	12 de Octubre
Fecha extrema de 1° helada	11 de Enero
Fecha extrema última helada	14 de Diciembre
Período medio libre de heladas	174 días
Período medio con heladas	191 días

Figura N°7: Cuadro con el régimen de heladas, calculado para el período 1923-1980. Estación Alto Valle INTA.

Otra característica del clima del Alto Valle, que puede perjudicar a la producción frutícola zonal, es la probabilidad de ocurrencia de granizo. El ingreso de masas frías sobre el continente caliente en verano, provoca que el calor transferido produzca la formación de nubes, acompañadas de turbulencias y gran actividad convectiva, generando tormentas eléctricas con chaparrones y eventualmente granizo.

Pero existe en la zona, un importante déficit hídrico durante el ciclo productivo, es decir durante la primavera, debido a que los vientos provocan evaporaciones y poca formación de rocío nocturno. Los bajos porcentajes de humedad relativa ambiente, principalmente en la primavera y el verano, colocan a la región dentro de una zona privilegiada para la producción.

En cuanto al régimen de vientos en la región del Alto Valle, la intensidad de los mismos es relativamente baja, no habiendo marcadas diferencias en los valores a lo largo del año. La velocidad promedio anual para un período 1903-1990, es de 13 km/h y la frecuencia predominante es del cuadrante O/SO (Cipolletti, S.M.N.).

### 3 METODOLOGÍA DE TRABAJO

El presente trabajo, fue realizado siguiendo la normativa para la realización de las cartas línea-base de peligrosidad geológica de la República Argentina. En primer lugar se realizó una recopilación de la información ya existente de la zona de estudio. Se elaboraron mapas integrados a escala 1:250.000, que incluyen la información básica necesaria para la estimación de la peligrosidad actual y potencial del territorio. Estos mapas son el litológico, el hidrográfico, el de recursos mineros, el geomorfológico y el de procesos geológicos.

El mapa litológico se elaboró a partir de la Hoja Geológica realizada por Leanza y Hugo (1999). Se agruparon las formaciones geológicas, teniendo en cuenta las características físicas y geomecánicas de las rocas y suelos.

El mapa hidrográfico se tomó del mapa geomorfológico, a partir de la imagen satelital y se complementó con el topográfico del IGM.

El mapa de recursos mineros se realizó a partir del mapa de recursos mineros de la Hoja Geológica.

El mapa geomorfológico fue elaborado en gabinete por el Dr. E. González Díaz y los chequeos de campo fueron realizados por la Lic. R. Chavez y el Lic. R. Caba.

El mapa de procesos fue realizado a partir del mapa geomorfológico y se diferenciaron áreas donde actúan uno o más procesos, que pueden constituir un determinado riesgo. La información fue completada con datos de campo

Se realizaron dos campañas (en total de 15 días), junto con el Lic. R. Caba, donde se hicieron las observaciones de campo, se verificó toda la información obtenida en gabinete y se llevó a cabo la búsqueda de material en distintos organismos provinciales. La primer campaña fue realizada en mayo de 1999 y la segunda fue llevada a cabo en el mes de diciembre del mismo año.

La carta de peligrosidad incluye información complementaria de la zona de estudio, que se representan sobre mapas a escala 1:1.000.000, como los esquemas de meteorología, densidad de población, procesos geológicos. También se incorporó un esquema regional a escala 1:2.500.000, que se extrajo de la Hoja Geológica.

El esquema meteorológico, sólo contiene las curvas de temperatura media anual (1941-70) y las estaciones meteorológicas con diversos registros pluviométricos, no se han trazado las curvas de precipitación por no tener suficiente información. Para definir las características climáticas de la región se elaboró información existente, previa recopilación del material de la región. Se trabajó con los datos climatológicos del período 1921-50 y los de la última década 1981-90, obtenidos del Servicio Meteorológico Nacional (S.M.N.) y los datos pluviométricos 1921-1950, recopilados por De Fina (1992). También se utilizaron los trabajos de Arroyo 1989, Mendía 1992, y el informe confeccionado por el Ing. Agr. F. Caldiero (ENDEMAS) y el observador meteorológico R. Merlino. Para la recopilación y análisis de toda esta información se contó con la colaboración de la Lic. N. Tello, del Departamento de Geología Ambiental y Aplicada. Se elaboraron gráficos donde se observa la variación de las precipitaciones para distintas décadas y climogramas correspondientes a la región de estudio y a la zona de influencia.

El esquema de población se realizó tomando los datos del INDEC, pero se realizaron cálculos aproximados donde se estimó la densidad de población para cada departamento de acuerdo a los núcleos urbanos y asentamientos presentes en la Hoja.

Para el caso del esquema de sismicidad, según información obtenida por el INPRES, se sabe que en la Hoja no hay epicentros de sismos históricos e instrumentales, por lo cual no se realizó este mapa, ya que la zona no presenta una sismicidad importante. En el texto se adjuntaron 2 esquemas, uno de ellos de aceleraciones máximas con el 90% de probabilidad de no excedencia en 50 años, para la zona de estudio (INPRES). La otra figura contiene curvas con los valores medios de los períodos de retorno de las intensidades sísmicas, para distintos sitios de diques (Instituto de Investigaciones Antisísmicas, Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de San Juan). Dicho Instituto otorgó también información sobre 2 eventos sísmicos, con epicentro en Chile que tuvieron cierto efecto en la zona de los diques situados sobre el Río Limay (Carmona, Carmona y Ugrin, 1988).

A partir de la combinación de todos estos mapas, se llegó al mapa final de peligrosidad para lo cual fue necesario el análisis de los factores que condicionan y desencadenan los diferentes procesos. Las áreas de peligrosidad se agruparon teniendo en cuenta la ocurrencia de los procesos y en algunos casos se consideró la recurrencia de los mismos. En la carta de peligrosidad se diferenciaron 6 clases, desde muy baja a nula hasta muy alta peligrosidad, a las que se agregaron los procesos actuantes principales. La información recogida en los mapas se complementó con la realización de fichas inventario con los procesos naturales ocurridos, conocidos o documentados y que hayan causado algún daño, representados en el mapa final mediante puntos con números y asociados a una base de peligrosidad geológica de la República Argentina. Algunos de estos datos fueron relevados en el campo y otros fueron recogidos de información periodística, en los diarios locales, por personal de la Delegación Regional de General Roca, R. Caba, P. Espejo y R. González.

## 4 EXPLICACIÓN DE LOS MAPAS TEMÁTICOS

### 4.1 MAPA LITOLÓGICO

Las unidades litológicas definidas, resultan de un agrupamiento de las formaciones geológicas que presentan características generales comunes, complementando la información con datos obtenidos del campo, de acuerdo a las características físicas y geomecánicas de las rocas. Se ha incorporado al mapa de unidades litológicas, información sobre las principales estructuras geológicas presentes en la zona de estudio, que pueden tener significancia en los procesos geológicos. Se establecieron cuatro grandes grupos para la clasificación de las unidades litológicas. Estos son los Depósitos Superficiales, las Rocas Sedimentarias, las Rocas Plutónicas y Volcánicas y las Rocas Volcánicas y Volcanosedimentarias.

I- DEPÓSITOS SUPERFICIALES	Ia- gravas- arenas y limos	
	Ib- arenas	
	Ic- arenas finas, limos y arcillas	
	Id- conglomerados, gravas y arenas	Id1- conglomerados con reducida cementación calcárea, gravas y arenas
		Id2- conglomerados con cemento calcáreo, gravas y arenas
Id3- conglomerados (sin a muy reducida cementación calcárea), gravas y arenas		
II- ROCAS SEDIMENTARIAS	IIa- areniscas, conglomerados y arcilitas	
	IIb- fangolitas, areniscas y tufitas	
	IIc- areniscas y conglomerados	
III- ROCAS PLUTÓNICAS Y VOLCÁNICAS	IIIa- granitos, tonalitas, granodioritas, dacitas y riolitas	
V- ROCAS VOLCÁNICAS Y VOLCANOSEDIMENTARIAS	Va- basaltos	
	Vb- areniscas, tufitas, tobas y arcilitas	

Se han considerado las descripciones litológicas de los autores de la Hoja geológica (Leanza y Hugo, 1999) con algunas modificaciones para las unidades de los depósitos superficiales, según los criterios de los autores de la carta geomorfológica presentada en este trabajo.

#### **4.1.1 I- Depósitos Superficiales**

En este grupo generalmente se presentan unidades no consolidadas, con una unidad (Id) que contiene también material consolidado.

##### **4.1.1.1 Ia- Gravas, arenas y limos**

Esta unidad se encuentra constituida por gravas, arenas, limos y arcillas. Domina generalmente la granulometría fina y se encuentra ampliamente distribuida en la Hoja, ya sea convergiendo hacia las zonas más bajas que no alcanzan a formar cauces definidos, rellenando áreas deprimidas, o desarrollándose al pie de laderas, según el diseño establecido en el mapa. Su granulometría es decreciente a medida que se incrementa la distancia del área deposicional de aquella de erosión.

En los sectores de la Hoja, que se desarrollan valles extensos y bien definidos de los ríos Negro y Limay, con planicies aluviales y aporte de abanicos aluviales laterales de cursos transitorios, sus depósitos están constituidos por gravas y arenas inconsolidadas.

Existen abanicos aluviales en ambos márgenes del río Limay, aguas abajo y aguas arriba del dique compensador de Arroyito, en el engolfamiento de la margen derecha del embalse Ezequiel Ramos Mexía y hacia el sur del engolfamiento oriental de dicho embalse. Así mismo, existen al norte y noroeste de la ciudad de General Roca, que son explotados comercialmente.

##### **4.1.1.2 Ib- Arenas**

Esta unidad litológica está representada por arenas medianas y finas que se localizan aproximadamente a unos 20 km de la margen derecha del río Negro, al sur del cerro Divisadero, donde se encontró una importante acumulación eólica que se define como un conjunto de dunas longitudinales.

##### **4.1.1.3 Ic- Arenas finas, limos y arcillas**

Esta unidad se restringe a los bajos (playas “secas” y playas “húmedas”), presentes en la Hoja. Estos bajos se encuentran a veces ocupados por aguas efímeras, algunos de ellos poseen una abundante acumulación de limos y arcillas y otros eflorescencias salinas como el salitral Moreno.

##### **4.1.1.4 Id- Conglomerados, gravas y arenas**

Esta unidad presenta litología que va de consolidada hasta material suelto, pero con predominio de material no consolidado. Dicha unidad fue subdividida teniendo en cuenta que la cubierta conglomerádica, generalmente ubicada en el sector superior de la unidad, realiza un rol más protector como es el caso de los conglomerados con cementación calcárea. Estas cubiertas presentan generalmente buena porosidad y gran permeabilidad.

#### *4.1.1.4.a Id1- Conglomerados con reducida cementación calcárea, gravas y arenas*

Dentro de esta subunidad se consideran a los depósitos que cubren las superficies pedimentadas, las que definen distintos niveles de erosión y están generalmente constituidas por gravas y arenas subconsolidadas. Se han reconocido tres generaciones temporales de estas geoformas. La más antigua, aparece en el ángulo sudoccidental de la Hoja y la siguiente se concentra principalmente en el sector oriental de la zona de estudio. La generación de pedimentos más joven, se encuentra al pie de la meseta de Rentería. En el área de la depresión del salitral Moreno se observan pedimentos que corresponden al tipo convergente.

#### *4.1.1.4.b Id2- Conglomerados con cemento calcáreo, gravas y arenas*

Esta subunidad comprende a los conglomerados compuestos predominantemente por gravas y arenas, subconsolidados por cemento calcáreo.

Se incluyen a los depósitos conglomerádicos del sector sudoccidental de la Hoja, que corresponden a la planicie estructural de El Trapo, por el control que ejerce una cobertura casi homogénea, de reducido espesor e integrada por carbonato de calcio (ver foto N° 11 del capítulo 4.2.2.3).

Dentro de la subunidad se incluyen también a los depósitos de la planicie estructural de Rentería, presentes en el sector central de la Hoja. La misma está constituida por ortoconglomerados polimícticos, integrados por clastos subredondeados de rocas graníticas, gnéisicas, porfíricas, cuarzo, sedimentitas mesozoicas, troncos petrificados y basaltos. Es frecuente la presencia de lentes intercalados de areniscas de granulometría gruesa. Los rodados están usualmente cementados por carbonato de calcio (caliche), que en algunos casos puede llegar a constituir el 40 % de la roca, principalmente en la sección superior de su espesor (Foto N°1).

De la misma manera y por su semejanza litológica-genética, se incluyen a los depósitos psefíticos cementados que cubren la planicie estructural de El Cuerno, en la margen derecha del valle del río Negro, al sur del Paso Córdova (Foto N°2).

#### *4.1.1.4.c Id3- Conglomerados (sin a muy reducida cementación calcárea), gravas y arenas*

Esta subunidad incluye a los depósitos de terrazas. Generalmente, son depósitos inconsolidados, constituidos por conglomerados, gravas y arenas. En la Hoja se han distinguido hasta 6 niveles de terrazas vinculados a los valles de los ríos Negro y Limay. Estos depósitos también afloran en ambos márgenes del río Cullén Leufú, en el ángulo sudoriental de la zona de estudio, donde pueden reconocerse a grandes rasgos, dos niveles de terrazas.

## **4.1.2 II- Rocas Sedimentarias**

### **4.1.2.1 Ila- Areniscas, conglomerados y arcilitas**

Esta unidad se halla distribuida ampliamente en el área tratada y tiene semejanza con la unidad IIc de la faja occidental de la Carta, pero al contrario de aquella, ésta tiene una mayor participación de arcilitas, por lo cual la unidad sería algo más impermeable y friable que la unidad IIc. Pero con respecto a la unidad IIb, en esta predominan las areniscas. Es frecuente la presencia de bad-lands, especialmente en la fracción más fina de dicha unidad. Se distribuye en la porción central y oriental de la Carta, fundamentalmente circundando la meseta de Rentería y al norte del alto basamental de Curacó. También se observa en el ángulo sur oriental de la Hoja y en el norte se extiende sobre la margen sur del río Negro hasta la zona de Paso Córdoba.

Esta unidad se encuentra constituida por areniscas, con intercalaciones subordinadas de conglomerados, arcilitas y limolitas. Las areniscas son generalmente muy tenaces y ocasionalmente friables. Las fangolitas de característico color rojo, son bastante blandas y friables (Fotos N°3 y N°4).

Es común la presencia de topes fuertemente endurecidos con cemento calcáreo (calcretes), en la zona de Paso Córdoba, donde son comunes las características "Areniscas del Peñón". Estas areniscas rojas son reconocible al sur de los depósitos de la planicie estructural de la margen derecha del valle del río Negro, tanto al este como al oeste de la ruta provincial N°6 (Foto N°5).

### **4.1.2.2 I Ib- Fangolitas, areniscas y tufitas**

Esta unidad litológica se halla extensamente distribuida en la presente Carta. Predominan las sedimentitas finas, impermeables, generalmente friables y fácilmente erodables. En dicha unidad es común la presencia de bad-lands. Se halla bordeando la meseta de Rentería y en los bajos presentes en la misma. Se encuentra en la zona de Paso Córdoba, entre las huayquerías occidental y oriental, también asoma en los faldeos de los cerros Negro de la Rentería, Negro, Colorado, de la Parva y en el área de la loma Azul. Así mismo aflora al pie occidental del basalto El Cuy. Hacia el oriente de esta meseta basáltica, la unidad cubre una extensa región, abarcando desde el paraje de Santa Lucía del Cuy, hasta alcanzar y trasponer la localidad de El Cuy.

La unidad presenta una amplia predominancia de fangolitas de color rojo oscuro, fragmentosas y en forma muy subordinada se alternan areniscas. En algunos sectores de la unidad es común la presencia de yeso secundario en forma de venillas (Fotos N°6 y N°7).

Es muy común la presencia de niveles con arcillas bentoníticas, expansivas, como se observa en el paraje del Anfiteatro (Foto N°8).

Dentro de esta unidad se incluyen a las sedimentitas continentales epiclásticas y volcánicas expuestas en el sector austral de la Carta. Se caracterizan por una alternancia de fangolitas, areniscas, arcilitas y tufitas en general poco litificadas, con predominio de fangolitas.

En la loma San Martín se encuentran niveles intercalados de poco espesor de calizas estromatolíticas y yeso, que a pesar de ser una litología diferente, se la incluyó dentro de la misma unidad, por su pequeña extensión.

Pero la mencionamos por la importancia que puede tener el yeso en la disolución.

#### **4.1.2.3 Ilc- Areniscas y conglomerados**

Se encuentran en la región occidental de la Carta, con facies típica de areniscas, que se distinguen morfológicamente por estar constituida por potentes bancos duros que sobresalen en los faldeos, determinando paisajes escalonados. Se intercalan fangolitas y conglomerados (Foto N°9). Esta unidad litológica también se desarrolla en el sector austral de la Hoja, tanto al este como al oeste de la meseta basáltica de El Cuy.

Rimoldi y Turazzini (1984), separan geomecánicamente los sedimentos presentes en la zona de la presa, en tres unidades litológicas, siendo las dos primeras Areniscas Superiores y Areniscas Chocón, ambas pertenecientes a la unidad litológica aquí tratada. Para las Areniscas Superiores indican que se trata de areniscas rojo oscuro, dispuestas según bancos horizontales regulares. Son arenas relativamente friables, de granulometría variable y muy poco permeables en profundidad, aumentando hacia la superficie. Presentan moderada resistencia a la rotura y escasez de diaclasas. Se han encontrado además, lentes delgadas de yeso, de origen secundario. Para las Areniscas Chocón, indican una buena consistencia y una compacidad más relevante que las Areniscas Superiores, suprayacentes. A veces muestran un enriquecimiento arcilloso característico y poseen una horizontalidad manifiesta. Constituyen el sustrato de cimentación de la presa El Chocón y revelan una permeabilidad accidental por fisuras prácticamente nula, ya que presentan un muy bajo fisuramiento salvo en porciones muy superficiales.

El dique compensador de Arroyito sobre el río Limay, ha sido construido también en esta unidad litológica. En el área de la presa se desarrollan areniscas y arcilitas interestratificadas, que muestran una manifiesta fragmentosidad pudiendo en algunos casos contener yeso (Rimoldi y Turazzini, 1984).

Esta unidad litológica posee sedimentitas que en términos generales, no contienen fracturas ni diaclasas, encontrándose en una posición que se puede asimilar a la horizontal y con un gradiente de fisuración no significativo (Rimoldi y Turazzini, 1984).

#### **4.1.3 III- Rocas Plutónicas y Volcánicas**

##### **4.1.3.1 IIIa- Granitos, tonalitas, granodioritas, dacitas y riolitas**

Esta unidad aflora extensamente en el cuadrante sudoriental de la Hoja, son cuerpos que constituyen el basamento de la región estudiada, caracterizados por un variado conjunto de rocas plutónicas, diques y rocas volcánicas, competentes y de alta resistencia. Constituye un cuerpo de contorno subrectangular elongado en sentido este-oeste, cuya superficie aproximada alcanza los 800 km<sup>2</sup>. En el sector sur del cuerpo se ha comprobado la existencia de al menos una faja de milonitización, en coincidencia con la fractura presente en el cañadón El Loro. En toda la unidad tratada, existen numerosos juegos de diques, que en este trabajo no han sido diferenciados. Los mismos intruyen a las facies plutónicas mencionadas según

contactos muy netos, estimándose que constituyen una manifestación póstuma hipabisal de la unidad en análisis. También se ha observado la presencia de filones de cuarzo. Podemos señalar que en el área se desarrolla la cantera de granito de Alesandrini donde se extraen bloques para su posterior aserrado.

En la Hoja, se encuentra sólo un pequeño asomo de rocas graníticas, 2 km al este de Aguada Guzmán.

#### **4.1.4 V- Rocas Volcánicas y Volcanosedimentarias**

##### **4.1.4.1 Va- Basaltos**

Los basaltos de la Carta se presentan bajo el aspecto de extensos mantos lávicos, dispuestos con una suave pendiente al nordeste. Se hallan ampliamente distribuidos en la región centro austral de la Hoja y constituyen la planicie estructural lávica de El Cuy (ver foto N°13 del capítulo 4.2). El espesor de las coladas supera los 20 m en la parte austral, adelgazándose paulatinamente hacia los extremos septentrionales y orientales y en la barda de Trica-Có, donde no sobrepasan los 8 m de espesor.

Existe disponibilidad de agua como resultado de su escurrimiento por las rocas basálticas y líneas de manantiales, producidas en el contacto con las sedimentitas impermeables suprayacentes de la unidad litológica Vb (Foto N°10).

##### **4.1.4.2 Vb- Tufitas, arcilitas y areniscas**

Esta unidad se encuentra al sur del Paso Córdoba, en el frente noroccidental de la meseta de Rentería y en los bajos endorreicos presentes en la misma. Existen también extensos afloramientos al sudeste de dicha planicie y debajo de los derrames de la meseta lávica de El Cuy y Trica-Có. Se extiende en el área de la sierra Blanca de la Totorá y a ambos lados de la ruta provincial N°68, en el ángulo sudoriental de la Carta.

Se encuentra constituida por tufitas, limolitas y arcilitas friables con una alternancia de areniscas y en carácter subordinado conglomerados. Estas sedimentitas son bastante deleznable, fácilmente erodables e impermeables.

En el área de la sierra Blanca de la Totorá se encuentran cuerpos crecionales que dominan sobre estas sedimentitas piroclásticas y epiclásticas.



Foto N°1: bajo producto de una cantera abierta que expone a la unidad litológica Id2, (planicie estructural de Rentería, con rodados cementados por carbonato de calcio).



Foto N°2: unidad litológica Vb cubierta por los depósitos de la unidad litológica Id2. Planicie estructural, de la margen derecha del valle del río Negro, al sur del Paso Córdova.



Foto N°3: unidad litológica Ila en la margen derecha del río Negro.



Foto N°4: unidad litológica Ila en la localidad de Paso Córdova.



Foto N°5: características areniscas de la unidad litológica IIa en la región de Paso Córdoba, al este de la ruta provincial N°6.



Foto N°6: unidad litológica IIb, en la margen derecha del río Negro, al este de Paso Córdoba. A lo lejos se observa en forma suprayacente la unidad litológica Vb.



Foto N°7: unidad litológica IIb, cubierta por la unidad IIa, al oeste de Paso Córdoba.



Foto N°8: unidad litológica IIb, con el aspecto característico de las arcillas bentoníticas, cubierta por la unidad litológica IIa, más arenosa.



Foto N°9: unidad litológica Ilc, en la porción neuquina de la Hoja, al norte del lago Ezequiel Ramos Mexía.



Foto N°10: unidad litológica Va cubierta por la unidad litológica Vb.

## 4.2 MAPA GEOMORFOLÓGICO

La carta geomorfológica que acompaña este estudio se caracteriza por representar un paisaje compuesto, resultante de la participación de diversos procesos geomórficos, con claro predominio del fluvial. En ella se han diferenciado las siguientes geoformas.

### 4.2.1 Geoformas Fluviales

#### 4.2.1.1 *Abanicos aluviales*

Estas formas acumulativas ocupan una importante superficie de la zona de estudio y son el resultado de la acción deposicional de cursos de agua efímeros o intermitentes. Se encuentran al pie de las escarpas de erosión como es el caso de los abanicos aluviales que se encuentran bordeando a la meseta de Rentería, a continuación del área de erosión.

Los abanicos aluviales ocupan una amplia extensión de la zona de estudio. Se encuentran en ambos márgenes del río Limay, en la margen derecha del embalse Ezequiel Ramos Mexía, hacia el sur del engolfamiento oriental del embalse y en el noroeste de la ciudad de General Roca. En el tramo de la ruta provincial N° 74, entre El Chocón y Aguada Guzmán, encontramos depósitos de origen aluvial, que en épocas de sequía, el material más fino es exportado (deflación), lo que da lugar que al reparo de obstáculos como las matas de vegetación, se originen acumulaciones arenosas (nebras).

#### 4.2.1.2 *Bad lands*

Se han identificado sectores que corresponden a paisajes de huayquerías (bad lands). Son frecuentes en unidades litológicas friables, de alto grado de erosionabilidad (ver foto N°14 del capítulo 4.3.1.1.a).

Sus principales características morfológicas son su gran densidad de drenaje, el desarrollo de agudas divisorias con pendientes cortas y empinadas y la presencia de cárcavas. Se desarrollan principalmente al pie de la escarpa de erosión de la meseta de Rentería y en la zona de Paso Córdova, donde es común el desarrollo de procesos de piping.

#### 4.2.1.3 *Planicies aluviales*

El valle de los ríos Limay y Negro constituye una región con características propias, por lo cual se lo ha considerado como una región geomórfica independiente.

El valle del río Negro, en la región de estudio presenta un marcado control estructural, ya que por él pasa la falla del río Negro (Leanza y Hugo, 1999). El piso de su valle es de importante desarrollo, llegando a superar los 15 km de ancho, en las proximidades de la ciudad de General Roca, y es una de las regiones más fértiles para la producción frutihortícola. Lo marginan superficies más o menos llanas que han sido interpretadas como terrazas fluviales o planicies estructurales. En algunos lugares el piso del valle está limitado por las escarpas de erosión de dichas superficies. El hábito del curso en la planicie aluvial activa es del tipo meandriforme, encontrándose meandros

abandonados, con lagunas en collera. En ambos márgenes del valle del río Negro, se diferencian pedimentos de flanco, relacionados con el progresivo retroceso de las escarpas de erosión y con su pendiente general inclinándose hacia el valle.

El valle del río Limay y su planicie aluvial son amplios, principalmente en su tramo inferior. El hábito del río Limay es del tipo anastomosado y muestra también un marcado control por lineamientos estructurales.

Existen en otros sectores de la Hoja, valles menores que también presentan importante desarrollo de planicies aluviales, como es el caso del cañadón Marracó y el arroyo El Zanjón.

#### **4.2.1.4 Terrazas aluviales**

En el valle de los ríos Limay y Negro se reconocieron depósitos de terrazas, adosadas lateralmente al valle. En el ámbito de la Hoja se han distinguido a grandes rasgos, hasta 6 niveles de terrazas, aproximadamente desde la cota de los 450 m hasta los 275 m, cuyos remanentes muestran un dispar grado de preservación, de acuerdo a los valores de la erosión lateral que afectó a las márgenes del sistema fluvial Limay-Negro. Se encuentran remanentes de un nivel de terraza en la margen suroriental del embalse Ezequiel Ramos Mexía; en la margen derecha del río Limay, aguas abajo del dique Arroyito, se observan hasta 6 niveles de terrazas y en la margen izquierda se han diferenciado desde el cuarto hasta el sexto nivel. El río Negro también se encuentra marginado por niveles de terrazas y en la margen derecha se ha representado en la zona de la Hoja, un remanente aproximadamente en la cota de 375 m.

En el ángulo sudoriental de la Hoja, pueden reconocerse dos niveles de terrazas en ambos márgenes del río Cullén Leufú, el primero o más antiguo y el segundo que ha sido disectado en varias partes, encontrándose sólo algunos remanentes del mismo.

#### **4.2.1.5 Playas**

En la Hoja se encuentran algunos bajos que tienen su fondo ocupado por una extensa playa. La misma puede ser “seca”, con el fondo cubierto por sedimentos limo-arcillosos, o “húmeda” con el piso salino. Estos bajos pueden estar a veces ocupados por cuerpos de agua efímera, por aportes de lluvias o de cursos efímeros que tienen como nivel de base a estas depresiones. El salitral Moreno, ubicado en el sector nororiental de la Hoja, constituye el nivel de base de un importante drenaje endorreico y de régimen efímero que desagua en el mismo.

### **4.2.2 Geformas Poligenéticas**

#### **4.2.2.1 Pedimentos**

Son esencialmente formas de erosión y ocupan una amplia extensión de la zona estudiada. Se han reconocido tres generaciones temporales de estas geformas. Una de ellas, a la que se considera más antigua, aparece en el ángulo sudoccidental de la Hoja y la siguiente generación se concentra

principalmente en el sector oriental de la Hoja. En esta zona, Leanza y Hugo (1999), definieron como pedimentos a estas formas de erosión, ya que sus disectadas superficies inclinan hacia niveles de base locales de distintos bajos o cuencas centrípetas ubicados en la Hoja vecina oriental. Sin embargo, a partir de los estudios realizados, en este sector resultó llamativa la coincidencia de la pendiente o probable superficie erosiva (aproximadamente 2°), con la disposición estructural de las rocas mesozoicas, en particular con aquellas de mayor resistencia de la unidad litológica IIa. Esta situación lleva a dudar acerca de su interpretación, las que serían clasificadas con un análisis geomorfológico más detallado.

La otra generación de pedimentos es considerada como más joven y aparece asociada a abanicos aluviales, conformando un conjunto pedemontano, al pie de la meseta de Rentería. Generalmente, se encuentran disectados por profundos y angostos cañadones, que transportan los productos de erosión, principalmente provenientes de la escarpa que margina a dicha meseta. Como superficies de transporte, muestran una cobertura correspondiente al material en tránsito que se desplazaba entre el área de degradación superior (meseta de Rentería) y aquella deposicional más inferior. Otro caso se halla en el área de la depresión del salitral Moreno, donde los pedimentos corresponden al tipo convergente, con su nivel de base constituido por el fondo o playa de la depresión.

#### **4.2.2.2 *Peneplanicie exhumada***

Aparece expuesta en el área del basamento de la zona de estudio y abarca la región sudoriental de la Hoja. Fue considerada por González Díaz y Malagnino (1984), como una porción de otra entidad geomórfica regional a la que denominaron “Peneplanicie Exhumada de Río Negro”. Mantiene un grado de conservación bueno y ha sido labrada en rocas graníticas y volcánicas resistentes. Dichos autores aceptaron que ha sido fragmentada en bloques que fueron diferencialmente desplazados y sepultada por una cubierta sedimentaria mesozoica-terciaria, siendo de este modo protegida. El cerro Dos Hermanos constituye un testigo (remanente) de la cobertura sedimentaria que en su momento cubrió a esas plutonitas. Sin embargo tales remanentes de erosión son escasos, siendo un aspecto común en la peneplanicie, la presencia de pequeños bajos.

#### **4.2.2.3 *Planicies estructurales con rodados cementados por carbonato de calcio***

Las planicies estructurales pertenecen a un paisaje múltiple con influencia de estructuras horizontales, o casi horizontales. Su relieve siempre pone en evidencia el control ejercido en la evolución del paisaje, por una capa o manto de roca resistente, que conforma la parte superior de la geoforma (González Díaz y Ferrer, 1986).

Estas planicies estructurales muestran el citado control estructural por cubiertas conglomerádicas, con rodados cementados por carbonato de calcio, que ejercen un rol protector debido a su gruesa granometría, cementación, buena porosidad y permeabilidad, un atributo que permite una pronta insumisión o percolación de las aguas provenientes de precipitaciones. De este

modo se impide la posibilidad inmediata de la concentración de dichas aguas en flujos canalizados, permitiendo sólo la existencia de cursos de régimen efímero (González Díaz y Ferrer, 1986).

Los depósitos conglomerádicos del sector sudoccidental de la Hoja (planicie estructural de El Trapo), se incluyen en estas geoformas poligenéticas, por el control que ejerce una cobertura casi homogénea, de reducido espesor e integrada por carbonato de calcio (Foto N°11). En estas superficies también es frecuente la presencia de pequeños bajos y cañadas que alojan en algunos casos cursos efímeros.

La meseta de Rentería, ubicada en el sector central de la Hoja, corresponde a una planicie estructural del tipo citado. Presenta, principalmente en la sección superior, un grueso manto de rodados, de 20 m de espesor en algunos sectores de la planicie, que ha protegido de la acción erosiva subaérea a las sedimentitas infrayacentes muy friables. Los rodados están usualmente cementados por carbonato de calcio (ver Foto N°1 del capítulo 4.1.1.4.b). De la misma manera y por su semejanza litológica-genética, se incluyen a los depósitos psefíticos cementados que cubren la planicie estructural de El Cuerno, al sur del Paso Córdova (ver Foto N°2 del capítulo 4.1.1.4.b).

#### **4.2.2.4 Planicies estructurales en rocas sedimentarias**

A un nivel inferior de las grandes planicies estructurales mencionadas, existe un paisaje con similar influencia estructural, desarrollado en áreas representadas por el grupo Neuquén, principalmente las unidades litológicas IIa y IIc. Esta unidad se caracteriza por la resistencia a la erosión de las capas sedimentarias que la componen. La degradación de este ambiente da como resultado el desarrollo de planicies estructurales pequeñas y múltiples, de escaso relieve relativo.

#### **4.2.2.5 Planicie estructural lávica**

En este tipo de planicie, el rol protector es ejercido por mantos de lava. La planicie estructural lávica de El Cuy, se encuentra en el sector centro-austral de la Hoja. El relieve preexistente influyó notablemente en la distribución de las coladas basálticas, ya que aprovecharon las depresiones y pendientes de valles previos, o antiguos, excavados en una unidad litológica muy friable (Vb). Con posterioridad el fenómeno de la erosión diferencial se acentuó sobre esas sedimentitas friables que integraban el relieve marginal de dichas coladas. Esto permitió que los valles colmados por las coladas pasaran a constituir altos topográficos, dando lugar a una inversión de relieve (González Díaz y Malagnino, 1984). Es común observar geoformas menores, desconectadas de dicha planicie estructural, que se disponen como mesas o mesillas. Estos remanentes de erosión señalan la intensa disección posterior que sufrió la planicie y en ocasiones facilitan su reconstrucción (Foto N°12).

Sobre las márgenes de esta planicie estructural se ven escarpas de erosión, generalmente activas, por el proceso de remoción en masa (caídas de rocas), cuyo material se acumula al pie de las mismas.

#### **4.2.2.6 “Bajos” de origen poligenético**

Se han identificado numerosas depresiones o bajos, diseminados principalmente en la planicie estructural lávica de El Cuy y en la Peneplanicie. Su desarrollo es variado, siendo propuesto un origen múltiple, donde intervienen las características estructurales, la meteorización, la remoción en masa y la deflación, como podrían ser los bajos de la Peneplanicie. En cuanto a los bajos que se localizan sobre las planicies basálticas, se han propuesto varios mecanismos sobre su génesis. Se podría tratar de fenómenos de colapso de la capa lávica a partir del sublavado (“piping”) de las sedimentitas infrayacentes, o bien de una inversión de relieve a partir del desarrollo previo de ventanas lávicas convexas en ambientes de sedimentitas friables. Luego, la ampliación de estas depresiones son el resultado de la acción múltiple de varios procesos: meteorización, deflación, acción fluvial, coalescencia de bajos, etc. (González Díaz y Malagnino, 1984).

#### **4.2.3 Morfogenia Eólica**

##### **4.2.3.1 Dunas longitudinales**

Esta geoforma eólica se extiende en la margen derecha del río Negro, al sur del cerro Divisadero, donde se individualizó una importante acumulación eólica que se define como un conjunto de dunas longitudinales o lineales. La misma se encuentra parcialmente vegetada y se extiende por más de 20 km en sentido oeste-este, reflejando la dirección dominante de los vientos actuales de la región. Aparte de estas acumulaciones, existen en la Hoja varias áreas arenosas de escasa superficie, que por su magnitud no han sido carteadas y numerosos mantos de arenas asociados, que suavizan las irregularidades del terreno.

##### **4.2.3.2 “Bajos” o cubetas de deflación eólica**

Estos “bajos”, a veces ocupados por cuerpos de aguas efímeras, se encuentran principalmente en las planicies estructurales con rodados cementados por carbonato de calcio. El proceso principal que actuó en la formación de estos bajos es la deflación.

#### **4.2.4 Geoformas derivadas del proceso de la remoción en masa**

Todos aquellos desplazamientos hacia porciones inferiores, del material suelto de las pendientes, están comprendidos en el proceso de la remoción en masa. No todos estos fenómenos han sido carteados por la escala de trabajo utilizada. Si bien la gravedad es la fuerza participante importante, el agua alcanza a tener un rol preponderante, al facilitar esos desplazamientos, erosionando las bases de las escarpas de erosión de las planicies estructurales. En el área de estudio, se distinguieron caídas de rocas en la pendiente marginal de la planicie estructural lávica del Cuy.

También se distinguieron flujos rápidos, entre los que figuran los flujos densos del tipo mud flow y debris flow. Se los ha observado a lo largo de la ruta provincial N°6, en los cañadones o cursos de carácter semipermanente que

desaguan en el salitral Moreno y próximos a la ruta provincial N°71. Su ocurrencia está relacionada con lluvias, las cuales provocan que estas rutas se vean obstaculizadas por sus acumulaciones en varios tramos (ver fichas inventario N° 3969-IV ML 1, ML 2 y ML 3 y el capítulo 4.3.1.3: Remoción en masa).

Flujos equivalentes, son comunes en la zona de General Roca, su disparador son las excesivas precipitaciones caídas en la zona adyacente de las “altas bardas” y pueden tener una gradación desde flujos densos propiamente dichos hasta términos fluviales (ver capítulo 4.3.2.2: “Aluviones” históricos).

Se han observado fenómenos de soliflucción, donde el regolito o suelo al ser saturado por el agua suele ser movilizado unos pocos milímetros o centímetros, dando lugar al “flujo del suelo”. El agua, que proviene de lluvias o vertientes, satura el material detrítico y éste se moviliza pendiente abajo, bajo la forma de lóbulos de soliflucción. Ejemplos de ellos se distinguieron en la margen izquierda de la planicie estructural de Rentería, en ambiente de bad lands (Foto N°13).



Foto N°11: planicie estructural de El Trapo (con rodados cementados por carbonato de calcio), ubicada en el sector SO de la Hoja.



Foto N°12: planicie estructural lávica de El Cuy y la puerta de Trica-Có.



Foto N°13: lóbulos de soliflucción en ambiente de bad lands. Paraje El Anfiteatro.

## 4.3 MAPA DE PROCESOS GEODINÁMICOS

### 4.3.1 Procesos Geodinámicos Externos

Los procesos externos que se observan en el área de estudio son la erosión (eólica y fluvial), la inundación, la remoción en masa, y la sedimentación (eólica y fluvial).

#### 4.3.1.1 Erosión

En este proceso intervienen factores intrínsecos y extrínsecos. Los primeros son los condicionantes o determinantes (Crozier, 1984) y están relacionados con las características litológicas y estructurales de las rocas. Los extrínsecos son los activadores, disparadores o desencadenantes (Crozier, 1984). Estos últimos pueden ser naturales y estarían asociados a las características climáticas de la región, como precipitaciones y vientos, o antrópicos dados por las modificaciones realizadas por el hombre.

En el mapa de procesos geológicos, se ha diferenciado la erosión fluvial y la erosión eólica, pero en general se han identificado zonas donde actúan los dos procesos, en algunos casos predomina la erosión fluvial y en otros la erosión eólica.

##### 4.3.1.1.a Erosión fluvial

La acción del escurrimiento superficial, resultado de la relación entre la capacidad de infiltración y el volumen de agua caída, da como resultado la erosión hídrica o fluvial. Este proceso favorece el mayor escurrimiento del agua que desgasta el material y lo transporta fácilmente. Las características climáticas, con escasas lluvias pero de alta intensidad implican una alta erosividad de las precipitaciones, además la situación se ve agravada en aquellos sitios donde la cobertura vegetal es escasa.

Dentro de la erosión fluvial se ha distinguido la erosión superficial, llegando en algunos sectores a producir cárcavamientos y la erosión lateral de los cursos fluviales de los ríos Negro y Limay. La erosión fluvial se desarrolla en casi toda la superficie de la hoja, predominando en unidades litológicas no consolidadas como la unidad Ia (en abanicos aluviales), en unidades poco consolidadas como Id1 (pedimentos disectados) y en las unidades sedimentarias (II), de alto grado de erosionabilidad. En las unidades litológicas II, más deleznales, es frecuente la presencia de bad lands, como en la unidad IIb y en las fracciones más finas de las unidades IIa y IIc. En los sectores donde se encuentra la unidad litológica Vb, también se desarrolla marcada erosión fluvial, como el borde marginal de la planicie estructural lávica de El Cuy. Los pedimentos y abanicos aluviales del frente occidental de la planicie estructural de Rentería presentan erosión fluvial más fuerte y las unidades litológicas sedimentarias tienen mayor desarrollo de bad lands, con respecto al frente oriental de la misma planicie, posiblemente por tener una pendiente más alta (Foto N°14). Así en los bordes marginales de las planicies estructurales es importante la erosión hídrica, aunque generalmente se encuentra acompañada por la erosión eólica.

La erosión fluvial, produce cortes en varios puntos de la ruta provincial N°6, que conduce desde la localidad de General Roca hasta El Cuy, y en la ruta provincial N°71, que se une a la ruta N°74 hacia Aguada Guzmán (ver fichas inventario de erosión fluvial, N° 3969-IV E1 y E2). La erosión fluvial también se ha representado en las márgenes del Embalse Ezequiel Ramos Mexía.

Este proceso se presenta también en el valle de los ríos Negro y Limay, la erosión laminar o en manto se produce cuando los ríos salen de su cauce, coincidente con áreas inundables y con tierras utilizadas para el cultivo. En cuanto a la erosión lateral, se ha representado en la margen convexa de los meandros muy encajonados.

La explotación minera que se circunscribe a canteras de áridos (ripió y arena) y bentonita, emplazada en el área de General Roca y en las proximidades de las márgenes del río Negro, produce la alteración del paisaje natural, la eliminación de la vegetación autóctona y la profundización y modificación de cárcavas que forman parte de la red de drenaje natural; lo cual favorece la erosión fluvial y eólica.

El “Sistema de Defensa Aluvional” (ver Obras de Defensa: 4.3.2.2.a), destinado a proteger la localidad de General Roca y sectores vecinos; no sólo tiene como propósito fundamental contener los “aluviones” que se originan en la zona de las “altas bardas”, sino que tiene que atenuar la velocidad del escurrimiento superficial y del grado de erosión fluvial.

#### *4.3.1.1.b Erosión eólica*

La erosión eólica es un proceso que se encuentra en casi toda la superficie de la Hoja, pero no siempre es el proceso predominante. Se desarrolla en superficies prácticamente horizontales o con una suave inclinación hacia el nivel de base; principalmente en las planicies estructurales y en los pedimentos que se encuentran en el sector centro-este y sur de la Hoja. En algunos casos estas geoformas pueden encontrarse disectadas, mostrando también la acción de la erosión fluvial. En las planicies estructurales, actúa principalmente la erosión eólica, pero en algunas de ellas, como es el caso de la planicie estructural de El Trapo, del ángulo sudoccidental la Hoja, se reconocen pequeños bajos y cañadones indicando la presencia de cursos efímeros y evidenciando la acción de los dos procesos. Lo mismo ocurre con la planicie estructural de Rentería, ubicada en el sector central de la zona de estudio.

Este proceso se representó en las terrazas no inundables, como por ejemplo los niveles de la margen derecha de los ríos Limay y Negro, los que se encuentran en las márgenes sureste y norte del embalse Ezequiel Ramos Mexía y las terrazas del río Cullén-Leufú. En los niveles de terrazas de la margen izquierda de los ríos Negro y Limay y en sus planicies aluviales, si bien se representó como proceso predominante la inundación, no podemos dejar de mencionar la erosión eólica y fluvial (ver en el mapa de procesos las zonas afectadas por inundaciones).

En la Hoja, se encuentran playas, donde actúa la erosión eólica, pero también se desarrolla sedimentación de material fino, transportado por las aguas de los cañadones que desembocan en dichas depresiones y en algunos casos acumulaciones de depósitos salinos.

En cuanto a la desertificación, la metodología provisional para su evaluación (FAO-PNUMA, 1984) enuncia siete procesos naturales o inducidos que la originan, ellos son:

- La degradación de la cubierta vegetal
- La erosión hídrica
- La erosión eólica
- La salinización
- El encostramiento y compactación del suelo.
- La disminución de la materia orgánica del suelo.
- La acumulación de sustancias tóxicas para las plantas o los animales.

Los cuatro primeros son los procesos determinativos principales y los tres últimos son subordinados. La desertificación se vincula con la interacción de dos grupos de factores: naturales y antrópicos. Los factores antrópicos estarían dados por la actividad socio-económica en una región dada. Dentro de los factores naturales, el clima es uno de los más importantes (ver 2.3 características climáticas).

En las áreas donde actúan estos dos procesos (erosión eólica + erosión fluvial), sumado a la escasa vegetación existente, existe una susceptibilidad alta a la degradación de suelos, como se observa en la zona próxima al cerro Policía (Foto N°15). En la zona del Alto Valle, las influencias antrópicas pueden provocar la disminución de la cubierta vegetal, que junto a las prácticas de riego utilizadas, que producen el aumento de sales solubles en el suelo; generan mayor susceptibilidad a la desertificación.

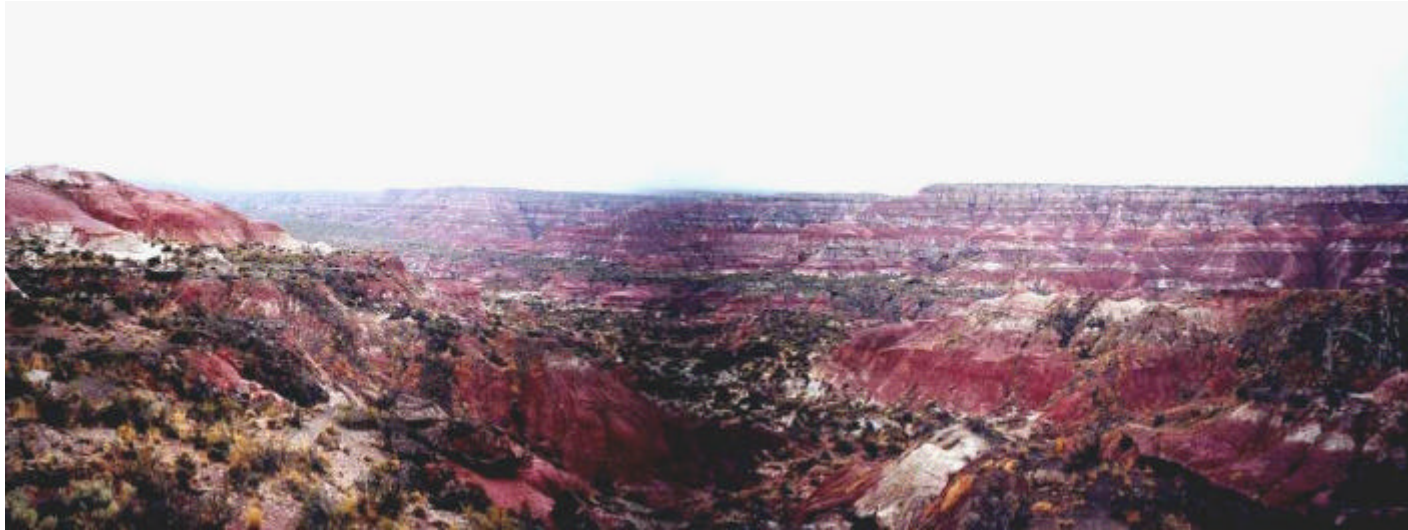


Foto N°14: bad lands en el paraje El Anfiteatro.



Foto N°15: La erosión eólica en la zona del cerro Policía y la escasa vegetación existente, producen susceptibilidad alta a la degradación de suelos.

#### **4.3.1.2 Inundación**

Este proceso es muy importante en la zona de estudio, ya que coincide con la zona urbanizada, en el sector norte de la Hoja. Se han diferenciado las inundaciones producidas por desbordamiento de los cauces fluviales y los “aluviones” producidos por intensas precipitaciones pluviales, en la zona de las altas “bardas”, situadas inmediatamente al norte de la ciudad de General Roca. Estos últimos pueden gradar desde verdaderos flujos densos hasta términos estrictamente fluviales.

La inundación se ha representado en el valle del río Negro y del río Limay, principalmente en las planicies aluviales y en los niveles de terrazas, donde tanto tierras ganadas para la agricultura, como barrios o caseríos que están sobre la ribera pueden quedar cubiertos por las aguas en tiempo de crecientes mayores que las habituales. En realidad estos problemas han mejorado, pero no desaparecido, con la regulación del río lograda con las obras hidráulicas construidas hasta la fecha. En el capítulo 4.3.2.1.d: Inundaciones post-obras hidráulicas, se describirán ejemplos de inundaciones donde se ve que las mismas no sólo responden a condiciones climáticas, sino también a la regulación que realicen los embalses. El aumento de las nevadas y precipitaciones en la zona cordillerana, produce que el agua que ingresa a los embalses, supere rápidamente las previsiones, obligando a erogar más aguas abajo de los diques, aumentando así los caudales de los ríos Limay, Neuquén y en consecuencia del río Negro (ver en el capítulo 4.3.2.1.d, la Inundación del 2001).

Además con la construcción de las grandes presas, el río Negro se transformó en regulado y durante el período de estiaje, el caudal es hoy mucho mayor. El sistema hídrico se ha alterado, al no haberse reducido el consumo de

agua para riego, ni haberse reemplazado los viejos desagües por un auténtico sistema de drenaje; el exceso no vuelve enteramente al río, como antes, cuando todos los años había una época neta de bajante, en consecuencia el nivel freático se mantiene alto durante todo el año, incidiendo negativamente en el desarrollo de las raíces, trayendo graves problemas de salinización del suelo, por lo cual sería indispensable lograr un mejor manejo del riego. La presencia de freáticas superficiales o poco profundas, como ocurrió en la inundación del 2001, incide en las tierras de cultivos. Los frutales de carozo son los más dañados, siguiendo en orden la manzana y la pera, junto con las hectáreas de forraje y de horticultura. Si bien en este trabajo no se han tomado muestras para medir la salinidad del suelo, el rendimiento de los cultivos es un utilísimo indicador de la salinización de las tierras regadas.

En la región del Alto Valle del río Negro se han diferenciado cuatro zonas afectadas por este proceso, en función de la recurrencia del mismo y según los datos recopilados sobre inundaciones históricas. En estas zonas como ya hemos mencionado también actúan la erosión eólica-fluvial y la salinización. Tres de ellas se han continuado en la margen del río Limay (ver mapa de procesos geológicos):

- Zona afectada por inundaciones estacionales, con una recurrencia baja o muy frecuente. Según datos otorgados por la Autoridad Interjurisdiccional de Cuencas (A.I.C.), puede presentar una recurrencia menor o igual a 5 años (zona 9). La zona fue afectada por inundaciones de ribera, como por ejemplo la de los años 1971, 1984, 2000, etc. (ver inundaciones post-obras hidráulicas: 4.3.2.1.d.).
- Zona afectada por inundaciones excepcionales, con una recurrencia alta o poco frecuente (zona 10). Antes de la construcción de las represas, las inundaciones afectaron esta misma zona y en ocasiones la superaron. Según los registros históricos recopilados, la zona fue inundada en los años 1974 y 2001, haciendo la salvedad que si bien en 1974 existía la regulación de la represa El Chocón, todavía no estaba el Complejo Cerro-Colorados; por lo tanto no podemos referirnos con estos datos, a un valor de recurrencia.
- Zona afectada por inundaciones con una recurrencia muy alta o muy poco frecuente, antes de la construcción de las represas (zona 11). Esta gran área fue inundada cuando todavía no existían las obras hidráulicas, como es el caso de la inundación de 1899, con la cual desapareció la antigua población de General Roca, hoy Padre A. Stefenelli. Según nuestros registros históricos, otras inundaciones afectaron posiblemente esta zona o superaron el límite de la zona 10, por ejemplo en los años 1915, 1945 y 1957 (capítulo 4.3.2.1.b: Inundaciones pre-obras hidráulicas).
- Zona afectada por “aluviones” (zona N°12). Esta zona se ubica inmediatamente al norte de la localidad de General Roca y de la vecina Coronel J. J. Gómez. En este sector se producen las crecientes que tienen su origen en las cuencas de drenaje locales, por las intensas precipitaciones caídas en la zona de las altas bardas. Puede haber una gradación desde términos estrictamente fluviales (“aluviones”) hasta verdaderos flujos densos (ver capítulo 4.3.2.2: “Aluviones” históricos).

La Autoridad Interjurisdiccional de Cuencas (A.I.C.), ha representado dos líneas de inundación para distintos caudales del río Negro (ver Figura N°8). Una línea sería para un caudal de 2700 m<sup>3</sup>/seg ( → ) y se encuentra muy próxima a la línea de ribera. Dicho sector coincide aproximadamente con la zona 9 del mapa de procesos, sin embargo según los registros recopilados existieron inundaciones ribereñas con un caudal menor, a partir de 2000 m<sup>3</sup>/seg.

La otra línea de inundación, representada por la A.I.C., sería para un caudal de 3200 m<sup>3</sup>/seg ( → ), la zona comprendida por debajo de esta línea, se relacionaría con la zona 10 del mapa de procesos. En la inundación del año 2001 (capítulo 4.3.2.1.d), los barrios afectados o anegados se ubicaron en esta zona, suponiendo entonces que el caudal del río Negro, debió haber llegado aproximadamente a este valor, sin embargo la A.I.C. estimó un caudal máximo de 2600 m<sup>3</sup>/seg.

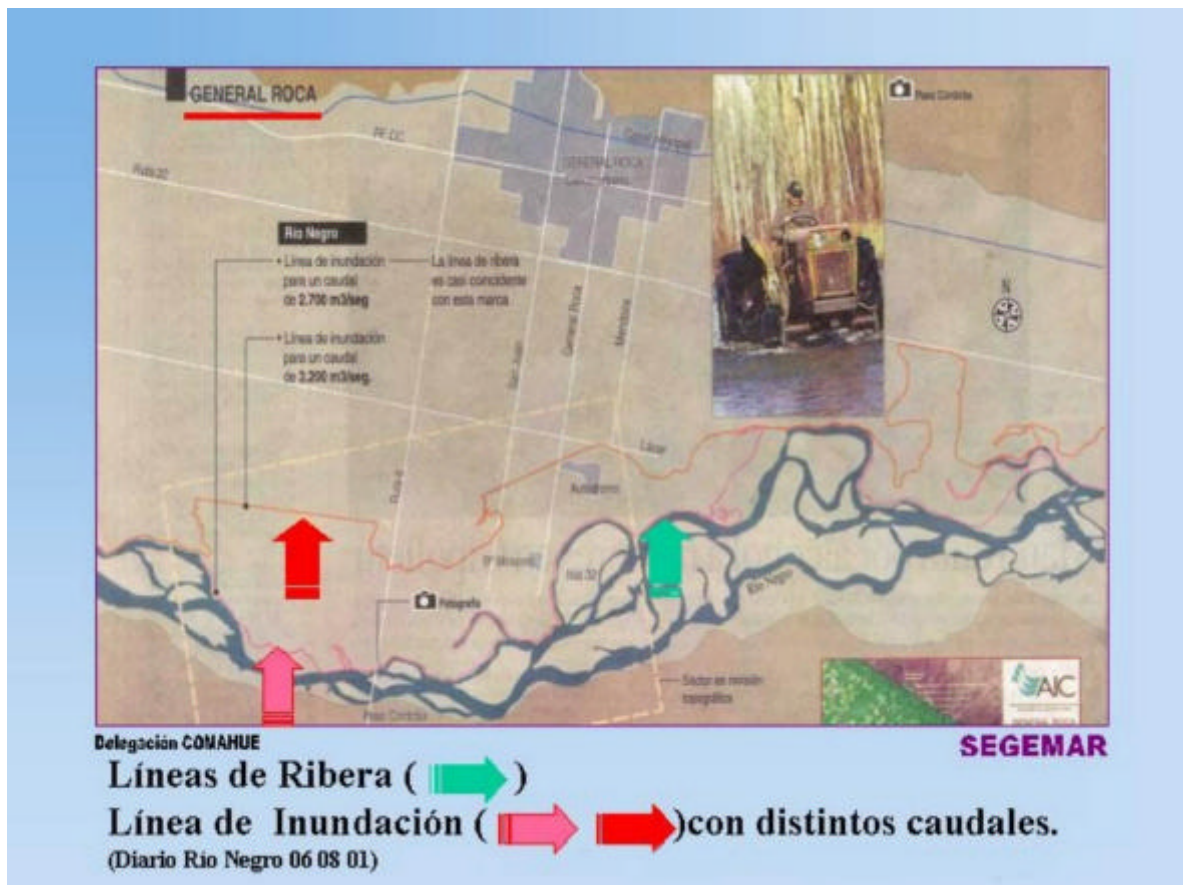


Figura N°8

### **4.3.1.3 Remoción en masa**

Dentro de este proceso se han distinguido a los flujos densos y a las caídas de rocas, de acuerdo al tipo de movimiento. La remoción en masa se halla influenciada por factores internos o intrínsecos, geográficos-geomorfológicos y extrínsecos. Los primeros son los condicionantes y están relacionados con la litología, la estructura y el grado de consolidación y cementación del material comprendido. Los factores geográficos-geomorfológicos están asociados a las características climáticas y fisiográficas de la región, dentro de estos se encuentra la inclinación de la pendiente, el carácter de la vegetación, etc. Los factores extrínsecos son los disparadores o desencadenantes; estos pueden ser naturales o antrópicos. Los disparadores naturales pueden ser climáticos (las lluvias de recurrencia anual), mientras que los antrópicos son aquellos dados por las modificaciones realizadas por el hombre, que comprometen la estabilidad de una pendiente (del Valle, 1997).

Todos aquellos desplazamientos hacia abajo del material suelto de las pendientes, se encuentran comprendidos en la remoción en masa. La erosión fluvial generada en la base de las pendientes y el empinamiento que poseen estas, reducen la resistencia al corte de los materiales dispuestos en una pendiente. Esto último se relaciona con la infiltración del agua superficial por las discontinuidades, generando la “lubricación” del material acumulado en una pendiente (González Díaz y Ferrer, 1986).

Entre los flujos densos (rápidos), figuran los torrentes de barro (mud-flows) y los flujos de detritos (debris-flows). Estos flujos densos son difíciles de representar a la escala de este trabajo, en general fueron relevados de trabajos de campo, sin realizar esta diferenciación mencionada. Los mismos se encuentran en las quebradas de los cursos transitorios que desaguan en el salitral El Moreno y su ocurrencia, relacionada a lluvias produce el corte de la ruta provincial N°6, que une las localidades de General Roca y El Cuy. Estos procesos cubren además, las alcantarillas, que generalmente no tienen suficiente luz (ver ficha inventario de Movimiento de Ladera N° 3969-IV ML 1 y ML 2). Estos flujos se observan tanto al norte como al sur de el Cerrito de la Cruz (Foto N°16) y a lo largo de la ruta provincial N°71, camino al paraje Cerro Policía (Foto N°17 y ficha inventario N° 3969-IV ML 3). En el sector noreste de la Hoja se encuentra la zona afectada por “aluviones”, los cuales pueden ser considerados como flujos densos propiamente dichos, de acuerdo al contenido de la carga sólida en la masa de agua (ver el “Aluvión” del año 1999, en el capítulo 4.3.2.2.b).

Algunas áreas presentan fenómenos de soliflucción, pero estos son procesos muy lentos que no llegan a tener gran magnitud a esta escala de trabajo. Se distinguieron en ambientes de bad lands, en la margen izquierda de la planicie de Rentería.

Las caídas de rocas se encuentran en la pendiente marginal de la planicie estructural lávica de El Cuy, favorecidas por la pendiente y la litología (unidad litológica Vb).



Foto N°16: Flujo denso que en época de lluvias puede cubrir la alcantarilla y cortar la ruta provincial N°6. Al norte de el Cerrito de la Cruz.



Foto N°17: Flujo denso (mud-flow) sobre el arroyo El Manzano. A la izquierda se encuentra el puesto Pincheira

#### **4.3.1.4 Sedimentación**

Los factores que condicionan este proceso son la disposición de material suelto que es transportado y depositado por los diferentes agentes. Para la sedimentación eólica, los vientos transportan y depositan el material fino. Los factores desencadenantes son climáticos. El caudal de los ríos puede aumentar por efectos climáticos, lluvias y/o fusión de nieve, a los que se agregan los efectos antrópicos, como las erogaciones extraordinarias desde las represas.

Este proceso se puede encontrar asociado a la erosión, como un proceso de erosión-sedimentación fluvial o eólica.

El proceso de sedimentación fluvial, generalmente no es considerado de peligrosidad y muchas veces es secundario, especialmente en las planicies aluviales de los ríos Negro y Limay, donde el proceso predominante es la inundación. Sin embargo, estos depósitos pueden causar daños en tierras de cultivos y si bien es un proceso lento, se debe considerar para proyectos de obras de infraestructura. La sedimentación fluvial está asociada a la formación de grandes abanicos aluviales, que resultan de la acción deposicional de los cursos de agua efímeros. Este proceso se ha representado en los abanicos activos, que se encuentran al pie de la escarpa de erosión, del borde occidental de la planicie estructural de Rentería y en el engolfamiento de la margen derecha del embalse Ezequiel Ramos Mexía. En la margen opuesta del embalse, el proceso predominante es la erosión hídrica. La ruta provincial N°74, que va desde Aguada Guzmán hasta el dique El Chocón, pasa por abanicos aluviales activos, que en época de lluvias, pueden producir cortes de ruta. Si bien se representó en este sector la sedimentación fluvial en los abanicos y en la planicie aluvial del cañadón Marracó, también se mapeo la erosión hídrica-eólica y aunque no se hallan representado, se pueden mencionar las acumulaciones arenosas móviles que se producen en épocas secas, al reparo de las matas de vegetación. En el sector sudoriental, la acumulación fluvial se presenta en las planicies aluviales de los cañadones El Salado y El Loro, que limitan a la "Peneplanicie Exhumada de Río Negro" o Complejo Plutónico-Volcánico de Curaco, y en los abanicos del borde occidental de dicha geoforma.

La zona próxima a las rutas provinciales N°71 y N°6, que van desde Cerro Policía hasta General Roca, se ve afectada por varios procesos; erosión fluvial que produce cárcavamientos, acumulación fluvial y remoción en masa (flujos densos). La sedimentación fluvial se desarrolla en los sectores distales de los abanicos aluviales del borde oriental y sur de la planicie estructural de Rentería, ya que los sectores próximos a la escarpa de erosión, tiene como proceso predominante a la erosión fluvial. También se desarrolla la acumulación fluvial en los abanicos del arroyo El Zanjón y en sus afluentes.

En la Hoja, se encuentran playas donde actúan la erosión eólica, la sedimentación fluvial, con abundante acumulación de limos y arcillas y la salinización. Como ejemplo podemos mencionar el salitral El Moreno al cuál desagua un importante drenaje de carácter semipermanente, el arroyo El Zanjón y sus afluentes. En otros sectores de la Hoja se reconocen playas, como las del noroeste de la meseta de Rentería, las del norte de la planicie estructural lávica y las del sur de la planicie de Trica-Có.

En las planicies estructurales se mapeo la erosión eólica, manifestada por los numerosos bajos, pero también son comunes los depósitos arenosos al reparo de la vegetación. En varios sectores de la hoja es común individualizar formas menores vinculadas a la sedimentación eólica, que al no tener mayor expresión morfológica, no son incluidas en el mapa, pero podemos mencionar que en ciertos sectores donde se mapeo la erosión eólica, también actúa la sedimentación eólica, aunque en forma subordinada.

La sedimentación eólica queda expresada en el sector norte de la hoja, al sur del cerro Divisadero, con las dunas longitudinales, que reflejan la dirección dominante de los vientos de la región (SO).

## **4.3.2 Inventario de los Procesos Geodinámicos Externos más Significativos**

### **4.3.2.1 Inundaciones históricas**

#### *4.3.2.1.a Introducción histórica sobre la fundación de General Roca*

Mientras el Estado Mayor del Ejército Expedicionario, comandado por el propio Ministro de Guerra del gobierno de Nicolás Avellaneda, el general Julio Argentino Roca, marcha desde su campamento base en la isla de Choele Choel, hacia la confluencia – del 24 de mayo al 11 de junio de 1879 – se realiza la erección de nuevos fortines que posteriormente determinarían la formación de pueblos (Oreja, 1951).

Regresado el general Roca a su ministerio, asume la comandancia el coronel Villegas, quien de común acuerdo con el coronel Vintter, decide la instalación de fortines en el área, en dirección a la confluencia del río Negro y el río Neuquén.

El 23 de julio de 1879, el coronel Vintter, al mando del Regimiento 5º, de la IIa Brigada de Caballería, parte desde Choele Choel hacia el oeste, por la margen norte del río Negro, con el fin de acercarse a su confluencia con el río Neuquén, a objeto de materializar los propósitos enunciados (Toledo, 1972). Durante la marcha encuentran al río Negro con una gran creciente. Temiendo una catástrofe, Vintter ordena acelerar la marcha, logrando ganar un terreno alto hacia el norte del río, donde se guarnece su regimiento, mujeres y niños pertenecientes a las familias de la tropa, sus víveres y caballada. No obstante se pierde parte del bagaje y los archivos, que fueron rescatados, años después. Este evento del río Negro es premonitorio y anticipa la catástrofe que veinte años después, azotaría a la incipiente población instalada en su margen norte.

Habiendo cubierto más de cuarenta leguas desde el punto de partida, Vintter detiene su marcha para ubicar un lugar adecuado que ofreciera buenos pastos y abundante agua, para el servicio de la tropa y la caballada, encontrando un lugar conocido por los indios, como *Fisque–Menuco*, un lugar alto que podría ubicarse intermedio entre la actual estación de ferrocarril Ferrosur S.A. Padre Alejandro Stefenelli y el río, donde luego se fundaría el nuevo pueblo. En dicho paraje, acamparon y se asentaron las bases, al principio para levantar un fuerte, lo que más tarde se traduciría en la fundación de un pueblo. El 1º de septiembre de 1879, fue la fecha que se dio como creación del pueblo, que se llamaría General Roca.

Durante el año 1881, se levantó la columna de 7 metros de altura en la plaza situada frente al cuartel del Regimiento 2º de Caballería de Línea, destinada en principio a sostener el busto del general Roca, para luego el presidente de la República pedir que sea el busto del fallecido Villegas. Dicha columna se constituiría después, en el primer monumento nacional erigido, testigo de la gran inundación de 1899.

#### 4.3.2.1.b Inundaciones pre-obras hidráulicas principales

La gran inundación del 19 de Julio de 1899: Transcurridos veinte años de la fundación de General Roca, y casi por los mismos días, se reproduce esta vez con proporciones mayores y consecuencias desastrosas, el desborde de las aguas del río Negro. Por entonces, el progreso de General Roca se había acentuado. El censo de 1895 daba las siguientes cifras: 848 habitantes en la zona urbana y 542 en la rural, un total de 1.390 habitantes.

Desde fines de 1878 se venían registrando considerables crecidas del cauce del río Negro (Curu Leuvú en lengua nativa), que recibía las aguas desbordantes del río Limay y del Neuquén, no contándose entonces con las obras de infraestructura desarrolladas sobre ambos ríos.

En el verano de 1898-99, se registraron marcas térmicas anormalmente bajas, que determinaron la prematura y abundante formación de grandes masas de nieve en la cordillera. Durante todo el mes de abril y parte de mayo llovió intensamente en la cordillera y en la zona de los ríos Neuquén y Limay. Con el deshielo y las lluvias, los ríos crecieron en forma impresionante, de manera que el 30 de mayo de 1899 las aguas desbordaron, penetrando en el pueblo.

El pueblo estaba engalanado para recibir al presidente de la república, el general Roca, que llegaría en esos días para inaugurar en la estación Roca (hoy Padre A. Stefenelli), la línea ferroviaria Bahía Blanca-Neuquén. El convoy presidencial no pudo llegar hasta General Roca, pues las aguas cubrían las vías. Detenida la marcha cerca de la localidad de Chimpay, se produce allí la inauguración oficial, el 1º de junio de 1899. La guarnición militar con asiento en General Roca era en 1899 muy importante, contaba con edificios amplios y dependencias, la comandancia estaba instalada en un local recién construido y con un alto mirador. El edificio de la comandancia Militar, en el pueblo Viejo, inaugurado poco antes de la gran inundación de 1899, quedó totalmente destruido por ésta. A pesar del elaborado trabajo en ladrillo que revelaba la intención de hacer una construcción monumental para esos lugares, ésta debía tener cimentaciones muy débiles. Vapnarsky (1983), relata en su libro, que el día 2 de julio comenzó a aumentar el caudal ininterrumpidamente, mientras que la población alarmada era estimulada por las autoridades a resistir hasta el último extremo. Todavía el 9 de julio de ese año se realizó un desfile militar, en el que participaron todas las fuerzas concentradas en General Roca (Oreja, 1951).

En sus memorias el padre A. Stefenelli, según Belli 1995, dice: “Así pasamos los días en angustiada incertidumbre y en alarma. El 18, después del almuerzo, me decidí a ensillar mi caballo y a toda carrera me dirigí hacia la Confluencia, para comprobar personalmente la situación. Algunos kilómetros antes de llegar, ya me encontré con la corriente que avanzaba amenazadora invadiendo todo el valle. Di vuelta inmediatamente y volví a todo galope al pueblo”. Es así como al llegar al pueblo y contradiciendo al Jefe Militar coronel J. Rodhe, inicia una rápida evacuación de su colegio, en su mayoría niños. Al atardecer de ese mismo día y habiendo cedido las defensas del pueblo, las aguas cubrieron las casas por más de un metro, lo que obligó a una evacuación de toda la población con sólo lo puesto o lo que era posible cargar en dirección a la barda norte, a dos kilómetros de la estación ferroviaria recientemente inaugurada.

Vapnarsky (1983), indica que al día siguiente en la parte céntrica del pueblo el agua alcanzó una altura de tres metros y que testigos del suceso informaron que desde la estación del Ferrocarril podía observarse una impresionante masa de agua, de una tres leguas de ancho (el ancho total del valle). De lo que fue el pueblo, solo quedó en pie la pirámide de la plaza con el busto del coronel Villegas, de unos siete metros de altura, cubierta hasta la mitad por la inundación y el nuevo cuerpo del Colegio San Miguel. Pese a la casi total destrucción del pueblo y su zona de chacras, no hubo que lamentar víctimas. Toledo (1979), hace referencia en su libro "Surgimiento y Grandeza del Alto Valle del Río Negro" que en la columna de Villegas la marca dejada por la creciente se ubica a más de cuatro metros.

Se estima que el caudal del río Negro, pudo haber llegado aproximadamente a los 15000 m<sup>3</sup>/seg, ya que el agua llegó hasta el pueblo antiguo de General Roca (hoy Padre A. Stefenelli). Ver en el mapa de procesos, zona afectada por inundaciones con una recurrencia muy poco frecuente, sin regulación de represas (zona 11).

El registro del diario de Río Negro del 1° de septiembre de 1972, dio a conocer el informe producido por el inspector de la entonces Dirección de Tierras y Colonias (A. Oliveira), según nota del 25 de agosto de 1899. Del mismo se pudo extraer que 207 viviendas fueron destruidas, quedando sólo en pie 27, de las más sólidas (ver ficha inventario de inundación N°3369-IV I 1).

En Julio de 1915, hubo una crecida extraordinaria de los ríos Neuquén, Limay y Negro. Hasta 30 años después fue recordada como la que arrastró mayor volumen de agua (diario Río Negro del 29/07/2001).

En Mayo de 1945, se registró otra crecida importante excediendo en importancia a la de 1915 (diario Río Negro del 29/07/2001).

En 1957, según información de un lugareño de la zona (Jurcich Pedro), hubo otra crecida muy importante, en la cual el caudal del río Negro llegó aproximadamente a los 7000 m<sup>3</sup>/seg. La zona afectada por esta inundación posiblemente superó en algunos puntos al sector afectado por inundaciones excepcionales con una recurrencia poco frecuente (zona 10 del mapa de procesos). Debemos considerar que hasta la fecha no existían las obras de infraestructura sobre los ríos Neuquén y Limay (Complejo Chocón-Cerro Colorado).

La inundación del 23 de Julio de 1969: (Diario Río Negro, del 29/07/2001). Se anegaron varios sectores cultivados en la ribera del río Neuquén y río Negro, con más de 200 personas evacuadas. El río Neuquén verificó en sólo 24 horas un incremento de 1,34 m y su caudal fue estimado en 2500 m<sup>3</sup>/s, teniéndose que utilizar el derivador al lago Pellegrini.

La inundación de Mayo-Julio de 1971: (Diario Río Negro, del 29/07/2001). Tuvieron que ser evacuados pobladores ubicados en las zonas ribereñas de los ríos Neuquén, Limay y Negro, debido al aumento de los cauces. Abrieron el derivador al lago Pellegrini, ya que todavía no estaban en funcionamiento las otras obras hidráulicas, construidas sobre los ríos Limay y Neuquén.

#### 4.3.2.1.c Aprovechamientos hidráulicos

La primera obra hidráulica construida en la provincia del Río Negro, fue el dique Neuquén, hoy Ballester, situado en la localidad de C. Cordero, en el valle inferior del río homónimo, previo a su confluencia con el río Limay. El dique fue construido en cuatro etapas, la primera en 1910 y la última en 1943. Su finalidad principal es la de incrementar el área de riego en los valles del río Neuquén inferior y del río Negro superior. Además, tiene por objeto desviar los caudales de crecientes hacia un bajo adyacente, mediante un canal que deriva 2000m<sup>3</sup>/seg, dando lugar al Lago Pellegrini. Esta obra, situada fuera de la zona de estudio, permite la defensa de todas las poblaciones situadas aguas abajo, principalmente General Roca y pequeñas centrales hidroeléctricas, una de las cuales se encuentra al pie de la presa.

En 1968 se encaró el proyecto del complejo Chocón-Cerro Colorado, no sólo para regular las crecidas sino también para generar energía eléctrica y ampliar la superficie regada a lo largo del río Negro. Se implementaron una serie de embalses escalonados a lo largo del río Limay, como la presas de Arroyito, Chocón, Alicurá, Piedra del Aguila y Pichi Picun Leufú (presa de paso). El río Neuquén tiene un solo sistema hidráulico para contener sus eventuales crecidas y es el Complejo Cerro Colorado, que opera desde el año 1978. En el mismo hay una sola presa encargada de detener las crecidas, que es Portezuelo Grande (presa de derivación), distribuyendo parte del caudal hacia el cauce natural y derivando el resto hacia el lago los Barreales y luego al lago Mari-Menuco. También forma parte del sistema, el dique de compensación El Chañar (Figura N°9).



Figura N°9

En la Hoja General Roca se encuentra el aprovechamiento hidroeléctrico El Chocón y la presa de compensación Arroyito. Ver fotos de las represas, desde la N°18 hasta la N°22, (registradas después de la inundación del 2001). El Chocón tiene por finalidad la generación eléctrica, el riego y la prevención de crecientes, mediante la retención de los caudales del río Limay, en el Lago Ezequiel Ramos Mexía. Esta atenuación es de gran importancia en el valle del río Negro, cuando se superponen las crecientes del río Limay con las del río Neuquén. El proyecto de dicho aprovechamiento hidroeléctrico, con una capacidad instalada de 1200 MW, fue efectuado por Agua y Energía Eléctrica entre 1962 y 1965. En 1968 se asignó la concesión para la construcción y operación de la obra a Hidronor S.A., concluyéndose en 1972, fecha en la que tuvo lugar el primer llenado del embalse. En agosto de 1993 la explotación fue cedida, por el sistema de concesión, a Hidroeléctrica El Chocón S.A. y está supervisado hasta la fecha, por el ORSEP Comahue (Organismo Regulador de Seguridad de Presas).

La presa de Arroyito que actúa como compensadora del embalse, es de materiales sueltos, homogénea y permeable, capaz de generar 720 gigavatios al año (Rimoldi y Turazzini, 1984). El Chocón es una presa de tierra con un núcleo impermeable de arcilla y espaldones de grava del río Limay. Durante el primer llenado del embalse se observaron filtraciones excesivas en

la galería ubicada en la zona de toma del vertedero en la margen derecha. Estas filtraciones se atribuyeron a la apertura de discontinuidades por voladuras que no fueron selladas adecuadamente por las inyecciones. Posteriormente se realizaron inyecciones adicionales, reduciendo el caudal de filtración en la galería. Diez años después del primer llenado, en 1982 fueron detectadas condiciones anómalas de funcionamiento. Se verificaron presiones elevadas en los piezómetros ubicados en el contacto roca-núcleo del estribo derecho de la presa y altos contenidos de sales en el agua de filtración (Vardé, 1995). Se encontraron dos tipos de discontinuidades, diaclasas de origen tectónico y fisuras abiertas debido a la relajación de tensiones, durante el proceso erosivo del valle del río, rellenas con materiales solubles, especialmente yeso. Además estas últimas estructuras secundarias, fueron afectadas por las voladuras utilizadas para conformar los apoyos. Por lo tanto se consideró necesario un programa de inyecciones, con mezclas estables en ambos apoyos, para reducir el potencial de sifonaje del núcleo de arcilla a través de las juntas abiertas debido a la disolución del yeso. Las consecuencias principales, de estos factores desfavorables fueron: agrietamiento del núcleo en la interfase roca-núcleo del apoyo derecho y erosión interna del núcleo en la margen derecha. Para solucionar estos problemas se llevaron a cabo galerías de inyección y drenaje bajo la fundación de la presa, permitiendo de esta manera el control de las tareas de inyección durante y después del llenado del embalse (Vardé, 1995).

El Chocón dispone de 6 turbinas, que al generar energía podrían erogar  $400 \text{ m}^3/\text{s}$  cada una, pero no se puede generar más energía de la que está en condiciones de recibir el dique compensador Arroyito,  $1400 \text{ m}^3/\text{s}$ . Cómo máximo, este aprovechamiento puede erogar algo más de  $250 \text{ m}^3/\text{s}$  por cada turbina, un total aproximado de  $1600 \text{ m}^3/\text{s}$ , lo que tendría un fuerte impacto aguas abajo, como ocurrió en la inundación del 2001 (ver capítulo 4.3.2.1.d.).

*Fotos de las represas presentes en la hoja General Roca, registradas los días 09-10-11 de agosto del 2001 (después de la inundación de ese año). Las fotos fueron tomadas por personal de la Delegación Regional de General Roca:*



Foto N°18: panorámica desde la margen rionegrina de la represa Arroyito. Se observa la magnitud de la erogación.



Foto N°19: Represa compensadora Arroyito. Vista de la cota del embalse que se halla en su nivel máximo.



Foto N°20: Represa compensadora Arroyito. Area del puesto Costela, indicio claro de máxima expansión del embalse a su cota más alta ( — ).



Foto N°21: Vista del nivel actual del embalse y el nivel histórico máximo ( — ), diferencia que permitiría receptor importantes volúmenes durante la época de los deshielos.



Foto N°22: panorámica desde la margen rionegrina, de la represa El Chocón y su embalse Ezequiel Ramos Mexía. Se advierte el nivel histórico máximo.

#### 4.3.2.1.d Inundaciones post-obras hidráulicas principales

Según información de un lugareño, Jurcich Pedro, en el año 1974 hubo otra crecida importante del río Negro, con un caudal aproximado de 4000 m<sup>3</sup>/seg, en ese momento existía la regulación de la presa el Chocón pero todavía no estaba el complejo Cerro-Colorado. El sector afectado por esta inundación podría corresponder con la zona afectada por inundaciones excepcionales (zona 10 del mapa de procesos).

En 1983, con la regulación de todas las represas, el caudal del río Negro llegó a 2000 m<sup>3</sup>/seg, lo cual produjo una inundación ribereña, con 10 cm de agua en las calles del barrio Paso Córdoba (información otorgada por el lugareño P. Jurcich).

La inundación de diciembre del 2000: Se produjo un aumento del caudal de los ríos Neuquén, Limay y en consecuencia del río Negro, producto de las fuertes nevadas y precipitaciones ocurridas en la zona cordillerana durante el invierno. En la campaña realizada en el mes de diciembre del 2000, se vio el desborde del río Negro al salir de su cauce avanzando sobre la vegetación de ribera, la vegetación de monte cubierta por agua y la disminución de la producción en chacras al subir el nivel freático. Posiblemente el derretimiento de la nieve, terminó obligando a las hidroeléctricas a erogar en verano por encima de lo que está establecido, para evitar que los embalses se llenen, provocando un daño a la producción frutícola de la región.

En la primer campaña, llevada a cabo en el mes de Mayo, la dueña de un puesto ubicado al este del puente de Paso Córdoba, nos había informado que hacía, aproximadamente 50 años, que el agua no estaba cerca de su casa y en diciembre pudimos ver como el agua avanzaba sobre su vivienda (Foto N°23). También se vieron afectados sectores de esparcimiento en la zona de Paso Córdoba y el Club Náutico completamente anegado (Foto N°24). Ver ficha inventario de inundación N°3969-IV I 2.



Foto N°23: chacra anegada ubicada al este del puente de Paso Córdoba. Se observa la vegetación de ribera cubierta por el agua.



Foto N°24: zona anegada del club náutico.

La inundación de junio-julio de 2001: Esta inundación fue producto de las nevadas y precipitaciones ocurridas en la zona cordillerana, además de las erogaciones realizadas. La lluvia potenció el aumento de los afluentes, pero esta vez por un fenómeno de diferencia de temperatura que derritió y arrastró inmensos volúmenes de nieve, por lo cual el agua que ingresó a los embalses superó ampliamente las previsiones. Por cada centímetro que ingresa hay que descargar igual cantidad aguas abajo de los diques Arroyito y el Chañar. Para el mes de mayo, una erogación de  $1180 \text{ m}^3/\text{s}$  del dique Arroyito, aumentó el caudal del río Limay, pero compensado por el río Neuquén (que disminuyó a menos de  $300 \text{ m}^3/\text{s}$ ), por lo cual el río Negro se mantuvo en  $1400 \text{ m}^3/\text{s}$ . Este caudal del río Negro, se instaló en los mayores registros para ésta época, ya que en mayo de 1980 hubo una marca máxima de  $1367 \text{ m}^3/\text{s}$ . El caudal normal para el río Negro oscila entre los  $800$  y  $1000 \text{ m}^3/\text{s}$ .

Los primeros días de Junio las erogaciones de Arroyito fueron de  $1100$  a  $1200 \text{ m}^3/\text{s}$ , pero el río Neuquén aumentó su caudal a  $500 \text{ m}^3/\text{s}$ , llegando entonces al río Negro entre  $1600$  y  $1700 \text{ m}^3/\text{s}$ . Esto se debió a las condiciones climáticas, que pusieron al límite el embalse de Planicie Banderita (ver Figura N°10), obligando a la represa Cerro Colorados a erogar más para bajar el nivel del lago, provocando inundaciones para los pobladores ribereños. Para fines de junio las erogaciones fueron de:  $1360 \text{ m}^3/\text{s}$  (río Limay),  $490 \text{ m}^3/\text{s}$  (río Neuquén) y para el río Negro,  $1850 \text{ m}^3/\text{s}$ . En la zona de Paso Córdova se levantaron terraplenes para preparar defensas que permitieran retener niveles de hasta  $2000 \text{ m}^3/\text{s}$  (Foto N°25).

El Chocón entró en la Franja de Atenuación de Crecidas (FAC), obligando a erogar desde Arroyito caudales superiores a los  $1400 \text{ m}^3/\text{s}$ , llegando al río Negro  $2000 \text{ m}^3/\text{s}$ . Todos los diques tuvieron que operar en FAC, por primera vez desde que están en funcionamiento. En las represas de Piedra del Águila y El Chocón, en el pico de las crecidas, el agua superó el metro y

medio sobre la Franja de Atenuación. Por encima de esta Franja, se encuentra la Franja Extraordinaria, que termina en el tope de los diques, por lo cual para preservar la seguridad de las represas y mantener suficiente capacidad de recepción de agua en los embalses, hubo erogaciones extraordinarias desde Arroyito y desde el Chañar. Ver foto N°26, río Negro con un caudal de 2100 m<sup>3</sup>/s.

Las condiciones climáticas inestables en la cordillera se intensificaron, por un aumento en la temperatura, debido al ingreso de vientos cálidos del noroeste. Entonces, a las condiciones de alto escurrimiento que tenían las cuencas, se agregó la fusión de nieve, por las lluvias y por el ascenso de la temperatura, provocando que los afluentes a los diques siguieran saturando los embalses, por lo que se hizo necesario seguir erogando. Durante el mes de julio, las erogaciones de Arroyito variaron entre 1370 y 1748 m<sup>3</sup>/s, el río Neuquén varió entre 474 y 629 m<sup>3</sup>/s y el río Negro llegó a 2600m<sup>3</sup>/s (Foto N°27), según datos aportados por la Autoridad Interjurisdiccional de Cuencas (A.I.C.). Ver las fotos N°18, N°19 y N°20 del capítulo 4.3.2.1.c, registradas en agosto de este mismo año, donde se observa la magnitud de la erogación de la represa Arroyito y la cota del embalse Ezequiel Ramos Mexía, que se halla en su nivel máximo. En esta inundación, el río Neuquén llegó a erogar 700 m<sup>3</sup>/s, por lo cual la A.I.C autorizó a usar como desviador de crecida al lago Pellegrini. El agua fue conducida desde el dique Ballester y por el regulador hacia el arroyo que alimenta a dicho lago.

De acuerdo con los registros históricos proporcionados por la A.I.C., el caudal máximo medio diario que tuvo el río Negro desde 1980 hasta la fecha fue de 2350 m<sup>3</sup>/s, y el río Limay tuvo una marca histórica de 1590 m<sup>3</sup>/s en 1987. El río Negro nunca había alcanzado este caudal, desde que están funcionando las represas y sus compensadores, sin embargo de no existir la regulación de los ríos, esta crecida extraordinaria habría provocado un caudal de por lo menos 8000 m<sup>3</sup>/s y consecuencias similares, a la inundación de 1899.

Estas condiciones climáticas siguieron hasta que las nevadas superaron las lluvias, de manera tal que no hubo más efecto arrastre que incrementara el nivel de los embalses. Pero esto no significó una reducción importante en la cantidad de agua erogada, ya que muchas de las represas estaban dentro de la FAC y debieron aprovechar el período de calma climática para seguir arrojando caudales superiores a los normales y bajar lo máximo posible su nivel.

Las perspectivas dadas por el Laboratorio Climatológico Sudamericano a largo plazo y presentadas en la A.I.C., indican que se ha iniciado un ciclo húmedo de algunos años (ver capítulo 2.3, características climáticas). A corto plazo, el trimestre agosto-septiembre-octubre presentará precipitaciones superiores a las normales, aún cuando Septiembre sea un mes más frío y con importantes heladas.

Según los registros fotográficos obtenidos durante esta inundación, los barrios o sectores anegados se encuentran dentro de la zona afectada por inundaciones excepcionales (zona 10 del mapa de procesos). Por lo tanto el dato otorgado por la A.I.C., del pico de crecida de 2600 m<sup>3</sup>/seg para el río Negro, pudo ser superado durante esta inundación, alcanzando posiblemente los 3000 m<sup>3</sup>/seg. En la figura N°8, también se observa que los sectores afectados por esta inundación, se encuentran apenas por debajo de la línea de inundación, representada por la A.I.C., para un caudal de 3200 m<sup>3</sup>/seg.

Como consecuencia de esta inundación varias chacras se han visto anegadas, no sólo por el desborde del río Negro al salir de su cauce, sino por las filtraciones que generaron el aumento del caudal y el ascenso de la napa freática. Estas filtraciones originaron lagunas en algunas casas del barrio Paso Córdoba; el afloramiento de la freática afectó a varios sectores productivos de la zona costa entre Coronel Guerrico y Coronel J. J. Gómez, zona Allen, A. Stefenelli e isla 19 (ver fotos N°28, N°29, N°30 y ficha inventario N°3969-IV I 4). “Asentamientos ilegales” ubicados en la línea de ribera del río Negro, sufrieron anegamientos e inundaciones por lo cual la Municipalidad puso en marcha nuevas alternativas para asegurar el traslado de estas familias. El principal problema que tenían era la filtración por la elevación de la napa freática, con el consiguiente riesgo de contaminación del agua utilizada por los pobladores para consumo.

Paso Córdoba fue el barrio más afectado de General Roca, con más de 190 evacuados (Foto N°31). Se vieron afectadas áreas de acampe, balnearios y clubes en la zona de Paso Córdoba e isla 32 (Fotos N°32, N°33 y N°34). También quedaron anegadas casas de fin de semana del barrio La Costa (A. Stefenelli) y sectores productivos de la misma zona (Fotos N°29 y N°30). Las pérdidas económicas que se estimaron fueron de aproximadamente 40 millones de pesos. En la zona de Coronel Guerrico se anegaron 200 hectáreas, las calles se tornaron intransitables y el puente de ingreso a la isla 19, sufrió un descalce de su estructura (Fotos N°35, N°36 y N°37). En General Roca de las 12.500 hectáreas productivas que se encuentran en el ejido, 3000 fueron perjudicadas por los efectos de las crecidas y 1500 de ellas se inundaron completamente. En la Figura N°10 se observan los barrios y sectores afectados por esta inundación, de acuerdo a los registros fotográficos obtenidos (ver ficha inventario de inundación N° 3969-IV I 3).

Las erogaciones afectaron a las plantaciones, fundamentalmente a los frutales de carozo, siguiendo en orden la manzana y la pera, ya que entrando en primavera, sus raíces son muy sensibles a la falta de oxígeno (Foto N°38). También han habido hectáreas afectadas de forrajes y horticultura. Esto trajo además problemas de salinización del terreno, degradación de la cubierta vegetal y como consecuencia una importante pérdida del suelo. En la localidad de Senillosa, algunas chacras también sufrieron la inundación a causa de las filtraciones.

Otro problema que se presentó fue que a mediados de agosto se comenzó con el riego en las chacras y esa descarga programada, elevó más la napa freática incidiendo negativamente sobre plantas y cultivos. El verano pasado los embalses se colmataron, reteniendo en parte erogaciones, sin prever en ese momento, lo que luego ocurriría. Posteriormente el escaso margen que tenían los mismos para contener las lluvias, se tradujo en esta inundación. En el caso de las hectáreas productivas, es mejor aumentar los niveles de erogación de las represas en momentos en que el daño a los cultivos es mínimo y conseguir una mayor regulación para el momento en que la actividad vegetativa de las plantas las transforma en vulnerables a los excesos de agua.

Hacia fines de agosto los diques estuvieron de nuevo por debajo de la Franja de Atenuación de Crecidas, como producto de las erogaciones que se venían registrando desde Arroyito. De esta forma los embalses recuperaron su capacidad de absorción de futuras crecidas, superando el problema de

sobresaturación, producto de las lluvias extraordinarias que se produjeron en las altas cuencas. El río Limay logró bajar hasta los 1200 m<sup>3</sup>/s, los ríos Negro y Neuquén se estabilizaron con 1800 m<sup>3</sup>/s y 600 m<sup>3</sup>/s, cada uno.

Este año la acumulación de nieve fue un 25% superior con respecto al año pasado y según datos otorgados por la A.I.C., el deshielo de esta primavera fue un 15% mayor que en el año 2000. A esto habría que sumarle los pronósticos de lluvias, por lo cual las hidroeléctricas decidieron erogar más cantidad de agua durante los meses de septiembre, octubre, noviembre y diciembre; para poder cumplir luego con las restricciones de enero a abril, que es el período de producción frutícola.

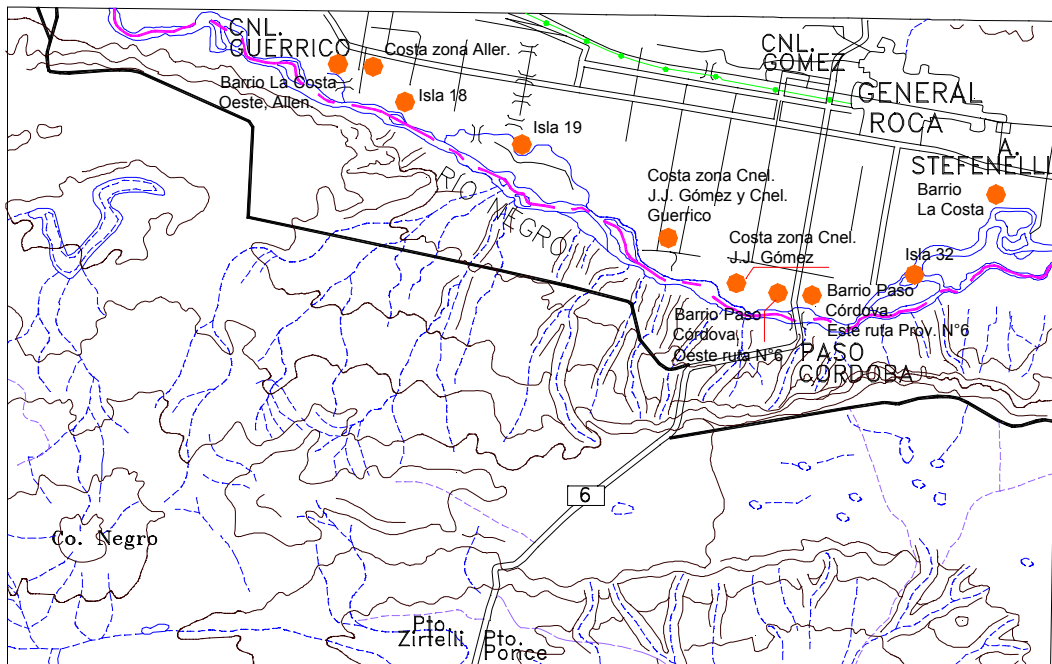


Figura N°10

*Fotos registradas los días 09-10 y 11 de agosto del 2001 por personal de la Delegación Regional de General Roca:*



Foto N°25: vista del terraplén que evita la inundación del barrio Paso Córdoba (al este de la ruta provincial N°6). Las aguas a la izquierda de la foto tienen un nivel inferior que el río y pasa por filtraciones.



Foto N°26: vista del río Negro hacia la margen sur con un caudal de 2100 m<sup>3</sup>/seg. Costa zona Allen.



Foto N°27: puesto ubicado en la margen sur del río Negro, al este del puente Paso Córdoba, el agua llegó a un metro de la puerta, durante la erogación de  $2600 \text{ m}^3/\text{seg}$ .



Foto N°28: chacra con su plantación totalmente anegada. Barrio Paso Córdoba, al oeste de la ruta provincial N°6.



Foto N°29: sector productivo muy anegado. Barrio La Costa (zona A. Stefenelli).



Foto N°30: sector productivo con vista de afloramiento de la freática. Barrio La Costa (zona A. Stefenelli).



Foto N°31: casas inundadas con vecinos evacuados, en el Barrio Paso Córdoba, al este de la ruta provincial N°6. Margen norte del río Negro.



Foto N°32: Panorámica desde la margen sur del río Negro. Club Náutico. Zona Paso Córdoba.



Foto N°33: ingreso a área de clubes y zona de acampe inundados. Isla 32.



Foto N°34: vista al oeste del puente paso Córdoba, sobre la margen sur del río Negro. Este sector es muy difícil de inundar, ya que la planicie aluvial se encuentra en la margen opuesta.



Foto N°35: siete lotes de 1,5 ha cada uno, con cultivos de alfalfa, totalmente anegados. Isla 18, próxima a Coronel Guerrico.



Foto N°36: calle de ingreso a la chacra totalmente anegado. Zona costa, entre Coronel Guerrico y Coronel Gómez.



Foto N°37: puente de ingreso a la Isla 19, próxima a Coronel Guerrico. El puente que cruza un brazo del río ha sido reforzado con una escollera.



Foto N°38: vista interna de una chacra, con plantación de manzanos. Costa zona Coronel Gómez.

### 4.3.2.2 “Aluviones” históricos

Se considera en este trabajo “aluviones”, a las crecientes que tienen su origen en la zona de las “bardas”, situadas inmediatamente al norte de la localidad de General Roca (zona 12 del mapa de procesos). En algunos casos estos “aluviones” pueden ser considerados como flujos densos, si la masa acuosa presenta una elevada carga sólida. Generalmente estos fenómenos tienen un comportamiento similar a un mud flow o a un debris flow, pero también pueden tener una fase final más líquida.

#### 4.3.2.2.a Obras de defensa

En 1914, en General Roca, para proteger el canal principal del nuevo sistema de riego, de los daños que le pudieran producir los “aluviones”, la Dirección General de Irrigación, tendió sobre él una suerte de acueducto que encauzaba los “aluviones directamente sobre el pueblo”. En 1920, se perfeccionó el sistema (Oreja, 1981) y a esa prolongación artificial del cauce del río seco se la llamó usualmente puente. Ya en el diario Río Negro del 23 de septiembre de 1920, se había editado un artículo titulado “Encaminados a un serio peligro”, donde en uno de sus párrafos dice: “La denuncia consiste en aseverarnos que los trabajos que efectúa en estos momentos la empresa constructora del canal principal para el desagüe de la planicie en días de lluvia, se hacen en el puente frente a este pueblo (calle Maipú), lo cual si no se verifican obras de defensa que desvíen el cauce, la corriente de agua tomará de lleno a la población”.

A lo largo de los años 60, Agua y Energía Eléctrica llevó a cabo un conjunto de obras correspondientes a un “Sistema de Defensa Aluvional”, destinadas a proteger el Canal Principal de Riego del Alto Valle de los recurrentes “aluviones” o crecientes que ocasionaban importantes perjuicios en la ciudad y que tenían su origen en las cuencas locales, producto de las intensas precipitaciones caídas en la zona adyacente de las “altas bardas”. En febrero de 1969 fue inaugurado el Dique de Contención de Aluviones o dique Roca (1 hm<sup>3</sup>).

Más tarde, durante la década de los 80, el Departamento Provincial de Aguas (DPA) construiría dos nuevos diques: Catini de 1,7 hm<sup>3</sup> y J. J. Gómez de 2 hm<sup>3</sup> (ver Figura N°11 en el capítulo 4.3.2.2.b). A ellos se asociaba un conjunto de canales de descarga o derivadores, con el fin de contener los flujos, controlando así el escurrimiento superficial encauzado y el grado de erosión lineal. Con posterioridad, para proteger a la zona céntrica de General Roca, se obturó el aliviadero o vertedero del dique Roca, cuyas aguas desembocaban en el río Negro mediante el antiguo “zanjón Roca”, actual calle Maipú y se derivaron sus excedentes a través del canal derivador a la presa o dique Catini (Foto N°39). Esta podría ser una de las causas por la cual se produjo el “aluvión” del 25 de enero de 1999, además de la construcción del aliviadero del dique Catini casi perpendicular a su canal derivador (Foto N°40). Dicho aliviadero se encuentra sobre un sustrato rocoso, integrado por areniscas friables de la unidad litológica Vb y tiene por finalidad evacuar los excedentes de agua antes que estos colmaten el dique. Cada uno de los diques mencionados, tiene además sus correspondientes descargadores de fondo, comúnmente conocidos como “sifones” (Foto N°41). En caso de

anegamiento de la presa las aguas escurren desde los “sifones” hacia el canal derivador (Foto N°42), desde allí ese canal las conduce hacia un canal mayor, el que luego de superar mediante un canal-puente el obstáculo representado por el Canal Principal de Riego del Alto Valle, desemboca en el río Negro.



Foto N°39: boca de descarga del “sifón” del dique Roca y el inicio de su canal derivador. Los excedentes se derivaron a través de dicho canal a la presa Catini.



Foto N°40: (a) señala el punto de desembocadura del canal vertedero con el derivador del “sifón” de descarga del dique Catini. Esta defensa secundaria realizada luego del “aluvión” de enero de 1999, interrumpe la continuidad de la cárcava del vertedero.



Foto N°41: dique Roca y su “sifón”.

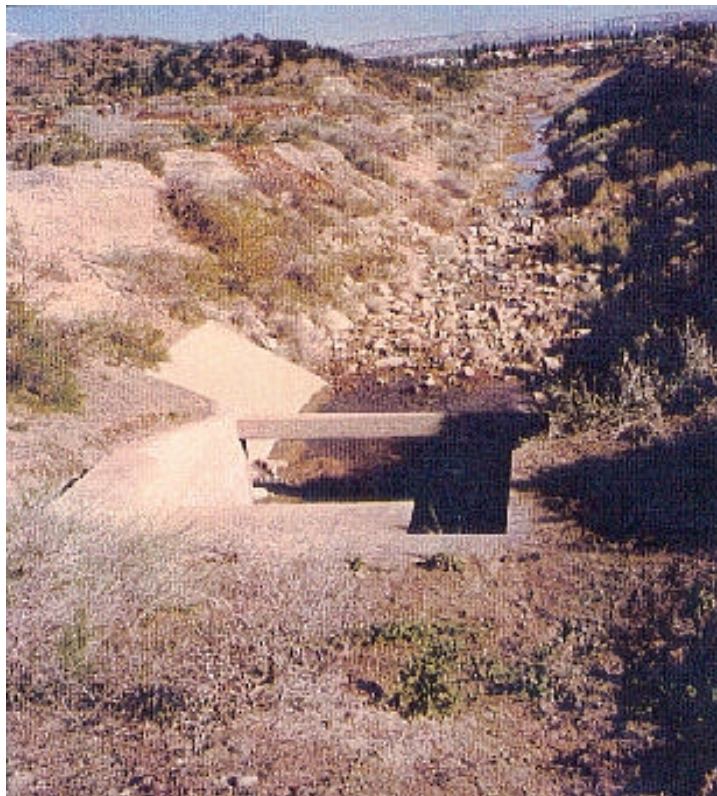


Foto N°42: boca de descarga del “sifón” del dique Catini y el inicio de su canal derivador. Se observa la ausencia de un adecuado mantenimiento.

#### 4.3.2.2.b *Inventario de los principales “aluviones”*

El “aluvión” de Diciembre de 1953: (Diario Río Negro: “fuertes aluviones en General Roca”). El fenómeno inicial se produjo el día 22 de diciembre y el 24 del mismo mes se sucedieron dos más, quedando registrados ese mismo día en el diario de la zona, ya que el último se produjo antes del cierre de edición. En el artículo dice entre otros comentarios: “No queremos ni imaginar lo que ocurriría si cayera una lluvia de 100 o más mm, cuando una precipitación que provocó los aluviones del 22 de diciembre apenas alcanzó los 21 mm”. En otro párrafo continúa diciendo: “La defensa del canal de riego (puente sobre el canal de riego principal, en la calle Maipú) se ha construido a expensas de la seguridad de la población, expuesta a ser arrasada por una inundación si se produjera una precipitación pluvial de alguna magnitud”. Esto ya se venía anticipando desde 1920 (ver capítulo 4.3.2.2.a: Obras de defensa, diario Río Negro). Como consecuencia de esta inundación, quedaron bajo 1 m de agua las fincas, calles y veredas de la población de General Roca (ficha inventario de inundación N° 3969-IV I 5).

El “aluvión” de Marzo de 1966: (Diario Río Negro, del 30/03/1966 al 03/04/1966). Se produjo una intensa precipitación el 29 de marzo, aproximadamente a las 16 horas, que se prolongó hasta el 30 de marzo al mediodía. La lluvia registrada por la Estación Agro-Meteorológica (INTA), alcanzó a 98,2 mm en la zona de las bardas y el registro de precipitación en la Estación Experimental del Alto Valle, en J. J. Gómez, fue de 85 mm. En General Roca se anegaron la mayoría de las calles céntricas. Resultó destruido el puente sobre el canal matriz, en la calle Maipú, que unía la ciudad con los barrios Norte y Tiro Federal. Hubo importantes daños en viviendas del barrio Tiro Federal, resultó destruido al ceder sus cimientos, el edificio ocupado por el polígono de la Asociación Patriótica Tiro Federal. Se anegó completamente el barrio J. J. Gómez y se rompió un borde del canal principal. Otros barrios afectados fueron: Villa Obrera, Villa San Martín y Bagliani. Se registraron 7 personas muertas, en los distintos barrios afectados. Ver ficha inventario de inundación N° 3969-IV I 6.

El “aluvión” de Marzo de 1975: (Diario Río Negro, del 13/03/1975 y del 31/12/1981). En Marzo de 1975, a pesar de la construcción del dique de contención o dique Roca, la ciudad sufrió las consecuencias de las intensas precipitaciones. El registro pluviométrico de la estación local del Ferrocarril Roca dio un total de 113 mm caídos el día 12 de marzo. El “aluvión” depositó en las calles un volumen aproximado de 20.000 toneladas de lodo y sedimentos, originando cuantiosos daños y pérdidas en las viviendas. Se menciona en el diario, que en la ciudad de General Roca era prácticamente imposible sortear los caudalosos arroyos que se transformaron las calles Maipú, 9 de Julio y sectores de la calle Mendoza, lo que dejó aislado al centro comercial de la ciudad. Hubo 480 personas evacuadas y en algunos barrios se registraron derrumbes de viviendas precarias. Los barrios afectados fueron Tiro Federal, Aeroclub, Villa Obrera, J. J. Gómez, Campamento, Chacra Monte, Villa San Martín, Di Luca, El Porvenir, La Rivera y la zona de viviendas precarias y villas ubicadas en la prolongación este de la calle Villegas. También se inundó el barrio Norte por desborde de un canal secundario y se tapó el

canal que corre por las calles Hipólito Yrigoyen e Isidro Lobo, a la altura del barrio Gerli (ver ficha inventario de inundación N° 3969-IV I 7).

La Empresa Agua y Energía, aseguró que pese a resultarle imposible llegar hasta la defensa contra aluviones, construida al norte de la ciudad de General Roca, era evidente que había funcionado normalmente, por la cantidad y regularidad con que llega el agua a la ciudad; las variaciones se debían a las precipitaciones debajo de la cuenca, entre la defensa y la ciudad. No obstante, confirmaron roturas muy importantes en el canal principal que se pueden calificar como graves.

Oreja (1981), en su artículo: “Aluviones, problema atenuado pero no resuelto”, había indicado que pese a haberse construido la defensa aluvional, los “aluviones” seguían asolando la ciudad cada vez con mayor frecuencia. Afirmó además con buen criterio que: “la obra del dique debía ser complementada y el objetivo debía ser desviar la descarga retenida en el mismo, antes que la misma ingrese a la ciudad, aprovechando cauces naturales existentes en la zona norte”. Es por eso que luego se derivaron las aguas del dique Roca a la presa o dique Catini, como ya se explicó en el capítulo 4.3.2.2.a.

El “aluvión” de Enero de 1999: (Diario Río Negro de Enero de 1999, información y fotos obtenidas del trabajo realizado por R. Caba y E. González Díaz).

La precipitación extraordinaria del 25 de enero de 1999, ocurrida en la zona de las “bardas” dio lugar a la generación de “aluviones” que afectaron a las localidades de General Roca y J. J. Gómez. En General Roca el “Sistema de Defensa Aluvional”, evitó que las consecuencias del fenómeno fueran más graves, ya que gran parte del volumen de agua escurrida fue contenida en los diques, de manera que no alcanzó a movilizarse sobre la ciudad. En J. J. Gómez, el dique o defensa homónima que transvasa sus excedentes hídricos hacia un canal derivador, desbordó en su tramo inferior, inundando varios barrios, en los que el nivel del agua llegó al metro de altura. Las consecuencias del “aluvión” se extendieron hasta la población de A. Stefenelli.

En el aeropuerto local se registraron 55 mm durante ese día y 82 mm durante toda la semana, pero se estima extraoficialmente que este registro fue superado en la parte alta de las “bardas”, donde la precipitación pudo haber alcanzado los 100 mm. La obra fue proyectada tomando en cuenta una lluvia con una recurrencia de 100 años.

Una consecuencia de esta precipitación, fue el desarrollo de un abundante escurrimiento superficial, el cual se encauzó por la red de cañadones hacia los diques Roca y Catini, teniendo como colectores troncales a los cañadones homónimos.

Como respuesta a las posteriores obras que modificaron la estructura del “Sistema de Defensa Aluvional” (ver capítulo 4.3.2.2a: Obras de Defensa), es probable que se haya generado un desequilibrio funcional al derivar las aguas del dique Roca hacia la defensa Catini; este desvío antrópico alteró los valores de la descarga fluvial de esta presa y de sus posibilidades de contención (Foto N°43). De este modo, la acumulación en el Dique Catini del volumen naturalmente aportado por aquel y el derivado artificialmente, pronto superó la capacidad de evacuación de su sifón de descarga, por lo cual subió el nivel de sus aguas y llegó a situarse a sólo 0,3 m del coronamiento del dique.

La progresiva colmatación del dique alcanzó una altura tal que el aliviadero o vertedero comenzó a funcionar. Las características de construcción del vertedero, sobre un sustrato compuesto por areniscas friables (ver Obras de Defensa), hicieron que su estructura ofreciera escasa resistencia a la inmediata erosión hídrica, cuando fue rebasado por las aguas que se escurrían desde el embalse colmatado hacia dicho canal. De este modo se inició la erosión lineal, sobre la pendiente exterior del vertedero.

Se generó así una súbita creciente que se desplazó aguas abajo; la escorrentía así generada y encauzada, de un alto poder erosivo, modificó la geometría hidráulica del tramo superior del canal vertedero, ensanchándolo y profundizándolo hasta exponer al sustrato rocoso (areniscas friables). Como resultado, se formó una amplia cárcava natural (Foto N°44). El movimiento de esta masa de agua y sedimentos progresó hasta enfrentarse casi perpendicularmente con un tramo del canal derivador del sifón (ver foto N°40, en el capítulo 4.3.2.2.a: Obras de defensa), al cual sobrepasó, alcanzando el Parque Industrial; en lugar de llegar al canal colector que deriva las aguas hacia el cauce del Río Negro.

La granulometría de los sedimentos transportados por esta descarga fluvial, fueron principalmente del tamaño arena, a la que se agregaron rodados sueltos. En la fase final del fenómeno aparecieron materiales arcillosos-limosos, con escasa representación en este ámbito deposicional. Según los autores de este informe, el comportamiento dinámico de la masa acuosa con elevada carga sólida, fue similar a la de un torrente de barro (mud flow). En la Figura N°11 se representaron las defensas con sus canales y un detalle del mud flow.

En su avance, esta masa de agua y sedimentos, socavó la base del poste portador de la línea de alta tensión y posteriormente se dirigió hacia las instalaciones de dos aserraderos. Uno de ellos “Dos Santos”, fue destruido a medida que la cárcava se extendía lateralmente socavando las construcciones (Foto N°45). El otro aserradero, “Las Casuarinas”, sólo sufrió daños leves. Según el diario “Río Negro”, 200 toneladas de madera (rollizos, postes, etc.) provenientes del aserradero destruido, fueron arrastrados y sepultados por la acumulación posterior (Foto N°46).

La energía de la creciente era tan grande, que en su avance llegó hasta el Parque Industrial y superando sus límites, se proyectó hacia la parte periférica de dicho Parque, alcanzando al predio de la Sede Comahue del SEGEMAR (Foto N°47). Además su acción erosiva expuso a lo largo de la calle Holanda, situada en la parte posterior de la Sede, un tramo de 30 m del gasoducto local. El mismo conformó un muro, contra el que se produjo una acumulación de los distintos materiales que transportaba la creciente, ya que oficiaba de obstáculo para su avance. Un retiro rápido de la acumulación, evitó la probable ruptura de esa tubería de alta presión. Posteriormente ocurrió la invasión de la Sede Comahue y luego de superar los límites de la calle Libertador (Foto N°48), se dirigió hacia una alameda, donde se distinguieron los depósitos distales del fenómeno. La fase deposicional distal sepultó terrenos, calles e invadió edificios. También se pudo observar los efectos erosivos de la “cola” del “aluvión”, sus acumulaciones han sido disectadas por una fase final más líquida (Foto N°49). Ver ficha inventario de inundación N°3969-IV I 8.

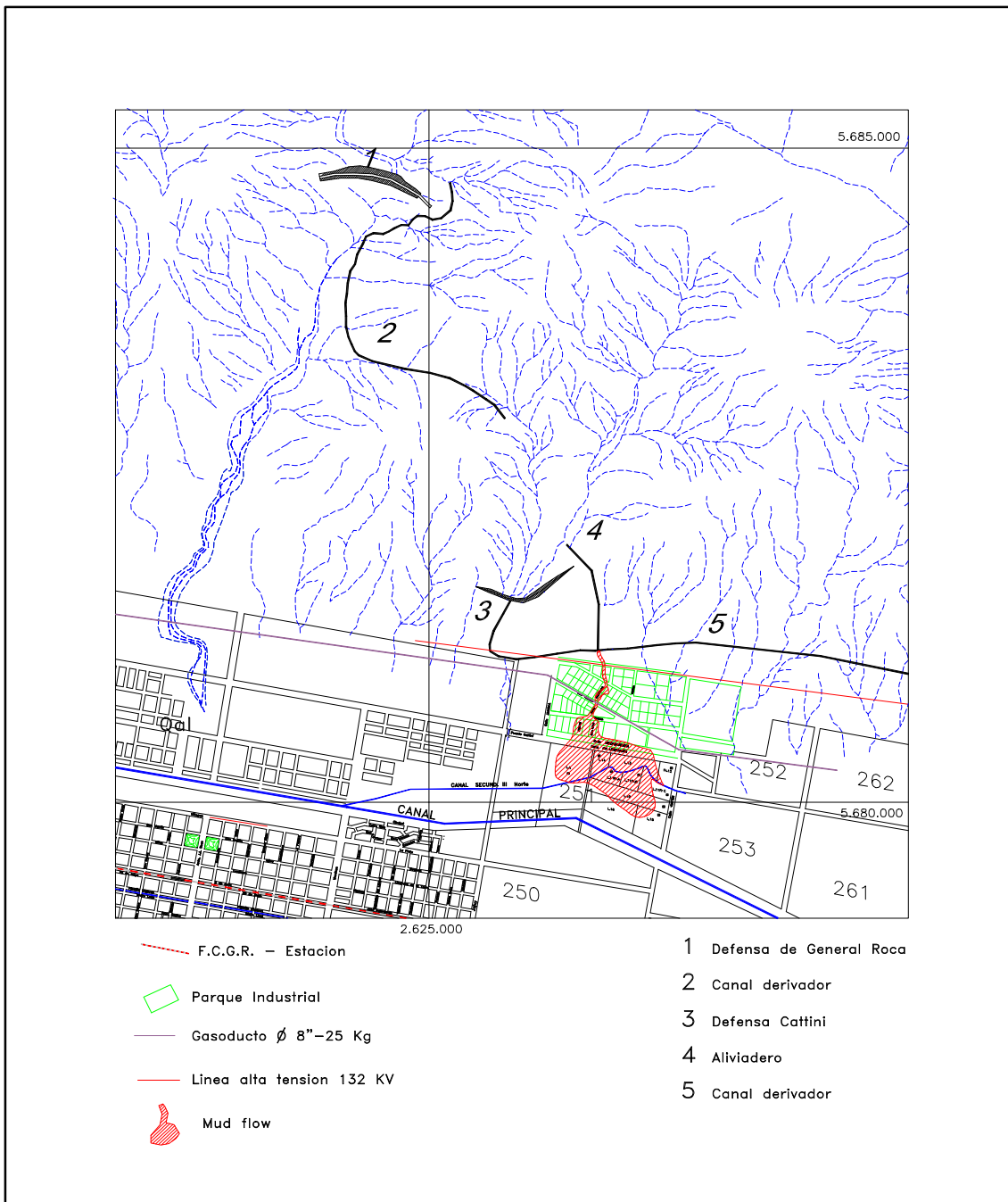


Figura N°11: "Sistema de Defensa Aluvional". El "Aluvión" de 1999.





Foto N°43: vista general del dique Catini, 3 meses después del “aluvión” de enero de 1999. (A) camino sobre su coronamiento. (B) las aguas acumuladas corresponden a lluvias y escurrimientos posteriores. (C) ingreso del canal derivador del dique Roca. (D) torreta del “sifón” de descarga del dique.



Foto N°44: exposición por la erosión, del sustrato rocoso de las areniscas friables. También es posible ver la profundización de la cárcava del vertedero.



Foto N°45: vista del aserradero “Dos Santos” y los daños sufridos durante el “aluvión”.



Foto N°46: vista del “aluvión” en su tramo paralelo al alambrado de la Sede Comahue. Los rollizos y maderas provienen del aserradero destruido.



Foto N°47: vista del paso del “aluvión” por terrenos situados próximos al predio de la Sede Comahue.



Foto N°48: la calle Libertador (frente a la Sede Comahue) cubierta por las aguas del “aluvión”.



Foto N°49: fase final del “aluvión” en la Sede. La “cola” del mismo provocó la disección de sus propios depósitos.

### **4.3.3 Procesos Geodinámicos Internos**

#### **4.3.3.1 Sismicidad**

Según información otorgada por el INPRES, la zona de estudio no presenta epicentros de sismos históricos e instrumentales.

La sismología presente en la Hoja no es de gran consideración, contiene la línea con valor 100 de aceleración máxima instrumental, con el 10% de probabilidad de ocurrencia en 50 años (INPRES). La zona de estudio queda comprendida entre 2 rangos de aceleración (en gals), inferior a 100 y de 100 a 149 (Figura N°12).

Según información obtenida del Instituto de Investigaciones Antisísmicas, de la Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de San Juan; los eventos importantes y más cercanos son los que han ocurrido en Chile (22/05/1960 y 24/01/1939). En la zona de estudio se observa la curva isosista del sismo de 1960, cuya intensidad fue igual a V de la escala de Mercalli Modificada (INPRES, 1977). El INPRES, 1977 superpuso las curvas isosistas de todos los terremotos ocurridos en la Argentina y tomando solamente los valores máximos, obtuvo un mapa que muestra las zonas de intensidades máximas ocurridas en nuestro país. En este mapa la Hoja quedaría comprendida en la zona de intensidad mayor o igual a V de la escala de Mercalli Modificada.

Carmona, Carmona y Ugrin (1988), para estimar la intensidad sísmica probable en los sitios de las represas del Río Limay, eligieron una región sísmicamente asociada a dicho sector, que abarca todos los complejos hidráulicos, como se observa en la Figura N°13. En los últimos 100 años se registró un número importante de eventos sísmicos. De estos el de mayor magnitud fue el sismo de 1960, la zona más sacudida fue los alrededores de la ciudad de Valdivia, en Chile, aproximadamente a 400 km de la región de los diques situados sobre el Río Limay. También se registró el sismo de 1939 del Valle Central de Chile, no muy lejos de estos sitios de las represas. Los autores han observado que los eventos sísmicos en la zona elegida, disminuyen en número y magnitud desde el Valle Central hacia el este. Ambos eventos denominados respectivamente Benioff y Valle Central, constituyen las dos fuentes principales, donde los terremotos pueden producir cierto efecto en la región de los diques. El principal objeto de estos autores en su trabajo fue estimar la intensidad sísmica probable, en los sectores de las represas, instalando el "Sismocopio de Wilmot" en cada uno de estos sitios. La intensidad sísmica fue calculada por una relación entre la magnitud, la distancia y la aceleración espectral en el lugar. Posteriormente se calcularon los valores medios de los períodos de retorno de las intensidades sísmicas, a partir de un número de temblores producidos en dichos sitios, como se observa en la Figura N°13. Estas curvas muestran diferencias entre los tiempos medios, en relación a los distintos sitios, geología y evidencias sísmicas entre cada represa.

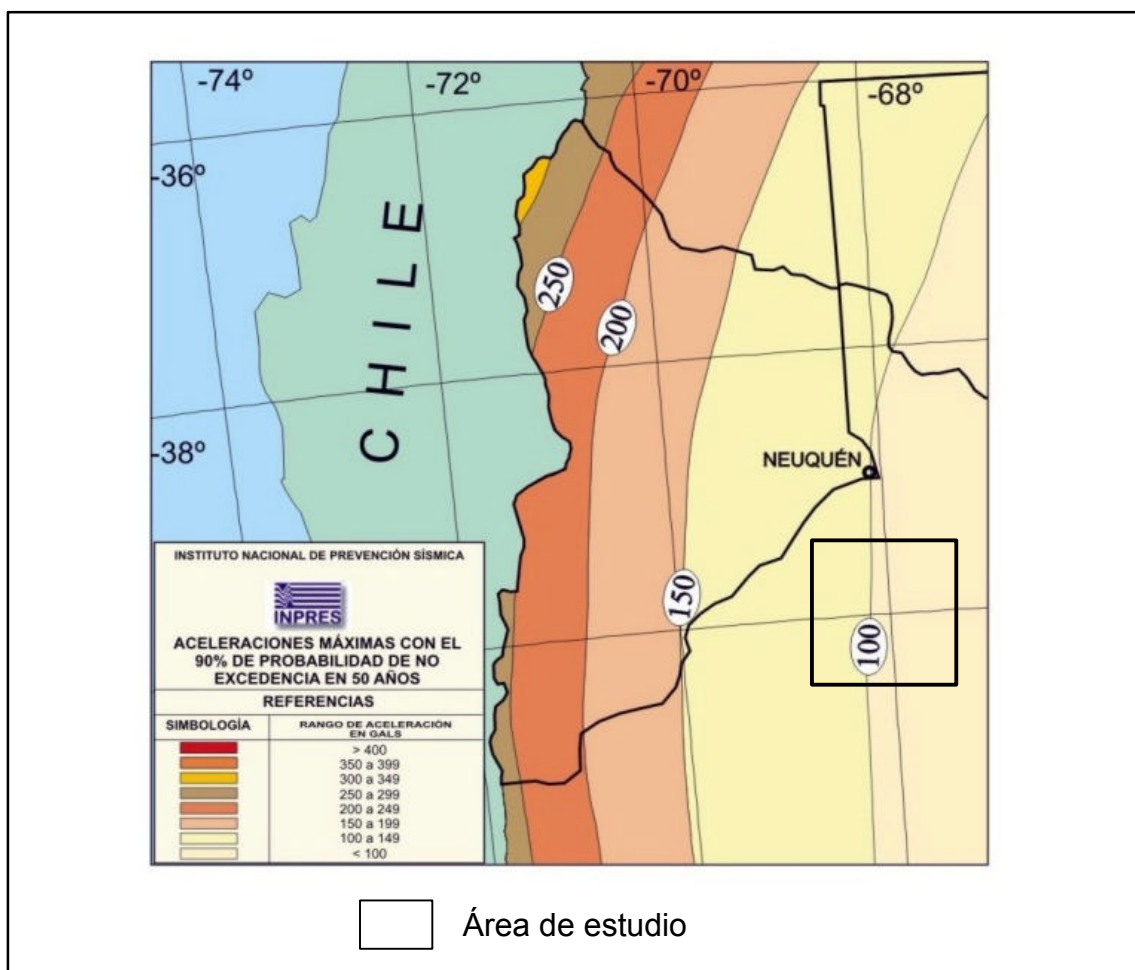


Figura N°12

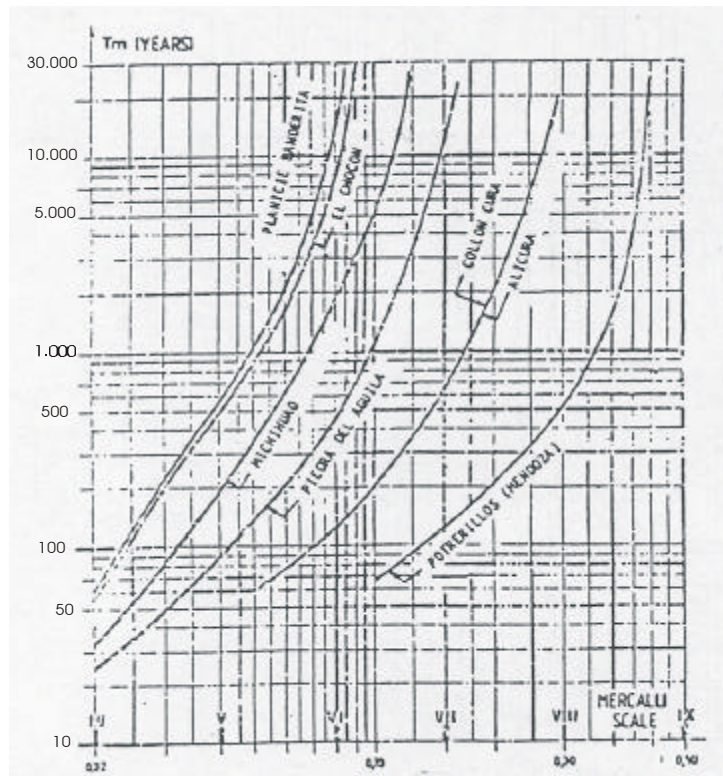


Figura N° 13

#### 4.4 CRITERIOS PARA LA EVALUACIÓN DE LA PELIGROSIDAD

En la Carta de peligrosidad General Roca se han diferenciado 6 zonas, representadas por colores según el esquema de semáforo que indican la intensidad o grado de peligrosidad. Las mismas son: muy baja a nula, baja, moderada, moderada a alta, alta y muy alta. Para la evaluación de la peligrosidad, se tuvieron en cuenta los procesos geológicos antiguos y actuales, sus factores condicionantes y desencadenantes y en el caso que se conocieran, las frecuencias de estos últimos. No sólo se tuvo en cuenta la participación relativa de los procesos ocurridos, sino que se evaluó si un proceso es más intenso que otro. Para determinados procesos se consideró además la recurrencia, por ejemplo para las inundaciones se obtuvieron algunos valores, a partir de los datos otorgados por la A.I.C. y la recopilación sobre inundaciones históricas y actuales que afectaron principalmente a la zona del Alto Valle. Se detectaron recurrencias de hasta 5 años, para las zonas afectadas por inundaciones estacionales y otras recurrencias poco frecuentes, con valores que pueden ser difíciles de medir, si consideramos que existen registros de inundaciones anteriores o posteriores a la construcción de las represas.

Este mapa de peligrosidad, muestra también las infraestructuras que pueden ser afectadas por la acción de determinados procesos, por ejemplo cortes de caminos y las principales poblaciones afectadas por inundaciones.

Los principales procesos geológicos que se conjugan en el área de estudio son: la inundación, la erosión fluvial y eólica de suelos, la salinización de suelos, la remoción en masa, los “aluviones” y la sedimentación fluvial y eólica. A cada una de las zonas de peligrosidad, se le sobre impuso una rastra para el, o los procesos geológicos causantes de la peligrosidad, ya que en el mapa de procesos geológicos se encuentran todos los que actúan.

En el cuadro (Figura N°14) se agruparon las geoformas y se determinaron los procesos que actúan en cada una de ellas, dándoles un color de acuerdo a la ponderación de la peligrosidad.

Figura N°14: Procesos geológicos de las principales geoformas reconocidas

Geoformas	Erosión eólica	Erosión fluvial	Sed. fluvial	Sed. eólica	Inundación	Salinización	Remoción en masa	Aluviones
Planicie estructural de El Cuerno	x							
Planicies estructurales al NO del embalse Ezequiel Ramos Mexía	x							
Planicie estructural lávica de El Cuy	x							
Pedimentos del centro-este	x							
Terrazas no inundables de los ríos Negro, Limay y Cullén-Leufú	x							
Dunas longitudinales				x				
Abanicos activos y planicies aluviales			X					
Peneplanicie (Complejo Plutónico-Volcánico de Curaco)		x						
Planicie estructural de Rentería	x	x						
Planicie estructural de El Trapo	x	x						

Geoformas	Erosión eólica	Erosión fluvial	Sed. fluvial	Sed. eólica	Inundación	Salinización	Remoción en masa	Aluviones
Planicies estructurales en rocas sedimentarias	x	x						
Pedimentos del sector sur de la Hoja	x	x						
Abanicos aluviales del sector sudoccidental	x	x						
Playas	x		X			x		
Abanicos aluviales al pie de la sierra Blanca de la Titora	x	x						
Abanicos de la margen izquierda del río Limay	x	x						
Pedimentos y abanicos aluviales del frente oeste de la meseta de Rentería	x	x						
Pedimentos y abanicos aluviales del frente oriental de la meseta de Rentería	x	x					x	
Borde marginal de la planicie lávica de El Cuy	x	x					x	
Planicie aluvial y niveles de terrazas de los ríos Negro y Limay. Zonas 9-10 y 11 del mapa de procesos	x	x	X		x x	x		
Abanicos -pedimentos -terrazas. Núcleo urbano. Zona12 (mapa de procesos)	x	x			x	x	x	x x

#### 4.4.1 Áreas de peligrosidad de menor a mayor grado

##### 4.4.1.1 Peligrosidad muy baja a nula

La zona tiene ocurrencia de un solo proceso, sin perjuicio o con perjuicio muy leve. Los sectores que quedan comprendidos en esta clase de peligrosidad, presentan procesos de erosión eólica o fluvial y de sedimentación eólica o fluvial. Generalmente coinciden con áreas de baja pendiente o superficies prácticamente horizontales como algunas geoformas poligenéticas, o de origen fluvial (cuadro de la Figura N°14).

La erosión eólica que se considera es la de las planicies estructurales no disectadas; como la de El Cuerno, en la margen derecha del río Negro; las que se encuentran en la margen noroeste del embalse Ezequiel Ramos Mexía y la planicie estructural lávica de El Cuy. Este proceso también se representó en los pedimentos del centro-este de la Hoja, no disectados y en las terrazas no inundables. Por ejemplo en los niveles de terrazas de la margen derecha del río Limay y del río Negro; en el nivel de la margen suroriental del embalse Ezequiel Ramos Mexía, en los niveles ubicados al noroeste y noreste del cierre del mismo y en las terrazas del río Cullén - Leufú.

En la "Peneplanicie Exhumada de Río Negro" (Complejo Plutónico-Volcánico de Curaco), actúa la erosión fluvial; la sedimentación eólica queda expresada en las dunas longitudinales, ubicadas al sur del cerro Divisadero, en el centro-norte de la Hoja y la sedimentación fluvial se desarrolla en las planicies aluviales de los cursos fluviales y en los abanicos activos, como por ejemplo los del cañadón Marracó. Como ya mencionamos, si bien el perjuicio del proceso de sedimentación es leve, es de consideración en el momento de llevar a cabo algunas obras de infraestructuras, como por ejemplo el trazado de un camino.

##### 4.4.1.2 Peligrosidad baja

Esta zona presenta ocurrencia de dos procesos, erosión eólica y erosión fluvial, con perjuicio leve (Figura N°14). Generalmente el primer proceso es de mayor intensidad y el segundo es subordinado. Se observa también en sectores de baja pendiente, generalmente geoformas poligenéticas, pero en este caso disectadas. Estas geoformas son la planicie estructural de Rentería; la de El Trapo, en el ángulo sudoccidental de la Hoja; las planicies estructurales en rocas sedimentarias y los pedimentos del sector sur. Los abanicos que se encuentran bordeando a la planicie estructural de El Trapo, también se ven afectados por estos dos procesos; pero la erosión fluvial no es tan intensa, por lo cual no fueron incluidos en la clase de peligrosidad moderada, en los que la erosión fluvial es más intensa.

##### 4.4.1.3 Peligrosidad moderada

Se observa en aquellos sectores donde la pendiente es más alta y actúan generalmente dos procesos, con perjuicio moderado. Estos procesos son la erosión fluvial y eólica de suelos, pero la primera es de mayor intensidad (Figura N°14). Esto se aprecia en los pedimentos y abanicos del borde

occidental de la planicie estructural de Rentería, con desarrollo de bad lands; en los abanicos aluviales ubicados al pie de la sierra Blanca de la Totora y los de la margen izquierda del río Limay.

Esta clase de peligrosidad queda expresada también, en las playas presentes en la Hoja, donde actúan la erosión eólica, la salinización y la sedimentación fluvial.

#### **4.4.1.4 Peligrosidad moderada a alta**



Estos sectores son afectados por dos o tres procesos activos y/o potenciales, con perjuicio moderado a alto. Los procesos que se conjugan son la erosión fluvial, la erosión eólica y la remoción en masa, este último proceso ocurre cada año con exceso de precipitaciones. La recurrencia de uno de los procesos es el factor que se consideró para separar estos sectores de otros, junto con la importancia que adquiere el proceso de remoción en masa, al producir el corte de las rutas provinciales. La erosión fluvial en algunos sectores es más intensa que en otros y el cárcavamiento se produce en los materiales más deleznable (unidad litológica IIb y en las fracciones más finas de las unidades IIa y IIc).

Esta clase de peligrosidad se observa en el borde oriental de la planicie estructural de Rentería, que al presentar una pendiente más suave que el borde occidental, la erosión fluvial en este sector, es de menor intensidad. El proceso de remoción en masa, como ya se ha mencionado, está representado por los flujos densos que producen el corte de la ruta provincial N°6, que une las localidades de General Roca y El Cuy y los que se observan a lo largo de la ruta provincial N°71, camino al paraje Cerro Policía. En el borde marginal de la planicie estructural lávica de El Cuy, se desarrollan también procesos de erosión y de remoción en masa, como por ejemplo caídas de rocas. Dicha área se extendió hasta sectores donde no se encontraron evidencias de remoción en masa, pero dada la pendiente, la litología y la escasa vegetación existente, la zona se clasifica como área potencial de ocurrencia de este proceso. En sectores con iguales características, donde el hombre ha intervenido, como por ejemplo un camino, se ha observado que se producen fenómenos de este tipo.

Todas estas zonas donde actúan los procesos de erosión fluvial + erosión eólica, sumado a la escasa vegetación existente, presentan susceptibilidad moderada a alta a la degradación de suelos.

#### **4.4.1.5 Peligrosidad alta**



La zona así clasificada, presenta ocurrencia de tres o cuatro procesos perjudiciales, uno de ellos con cierta recurrencia según el caso. Los procesos presentes son inundación, salinización, erosión fluvial, erosión eólica, y sedimentación fluvial (Figura N°14), algunos de ellos acentuados por el desarrollo de la acción antrópica; si bien se consideró que el causante principal de la peligrosidad es la inundación.

Los sectores comprendidos en esta clase de peligrosidad, coinciden con el valle del río Negro y del río Limay, correspondientes a las zonas afectadas por inundaciones del mapa de procesos. Las mismas fueron separadas en función de la recurrencia y los datos recopilados sobre inundaciones históricas, en la zona de ribera afectada por inundaciones

estacionales, con una recurrencia de hasta cinco años; la zona afectada por inundaciones excepcionales, con una recurrencia poco frecuente, como la ocurrida en el año 2001 y la zona inundada antes de la construcción de las represas.

Los procesos de inundaciones suceden como consecuencia del aumento del caudal de los ríos y por las fuertes nevadas y precipitaciones ocurridas en la zona cordillerana, durante el invierno; obligando a las hidroeléctricas a erogar por encima de lo que está establecido, para evitar que los embalses se colmaten. Por lo tanto, los factores desencadenantes de este proceso pueden ser naturales y/o antrópicos. Estos últimos atribuidos a la regulación de las represas, ya que en su momento no erogan suficiente agua para descender los niveles de los embalses y estar así en mejores condiciones para soportar eventuales crecidas de los ríos Limay, Neuquén y en consecuencia del río Negro. Un mejor momento para erogar, podría ser el verano, cuando el daño a los cultivos es mínimo, a comienzos de la primavera sus raíces son muy sensibles a la falta de oxígeno, especialmente cuando están saliendo del reposo invernal.

La erosión laminar o en manto generalmente es coincidente con áreas inundables y utilizables para los cultivos. La erosión lateral se encuentra en la margen convexa de los meandros muy encajonados. La sedimentación fluvial se desarrolla en las planicies aluviales de los ríos Negro y Limay, la misma puede tapar los canales de riego y producir daños en tierras de cultivos. La falta de un sistema de drenaje subterráneo de la recarga del agua de riego, puede traer problemas de salinización. La presencia de freáticas superficiales o poca profundas restringe la respiración radicular de las plantaciones. Esta zona presenta peligrosidad alta a las inundaciones y los procesos de erosión eólica, erosión fluvial, salinización y disminución de la cubierta vegetal, son los causantes principales de que la zona presente susceptibilidad alta a la degradación de suelos.

#### **4.4.1.6 Peligrosidad muy alta**



Esta área coincide con el núcleo urbano, del ángulo noreste de la Hoja, donde ocurre por lo menos cinco procesos (Figura N°13), con perjuicio muy alto. Los procesos presentes son erosión fluvial y eólica de suelos, inundación, salinización y remoción en masa. Este sector corresponde con la zona afectada por “aluviones” del mapa de procesos. Los “aluviones” pueden ser estrictamente de origen fluvial o tener un comportamiento similar a los flujos densos, de acuerdo a la cantidad de carga sólida involucrada, como es el caso del “Aluvión” de 1999. En muchos casos estos fenómenos pueden pasar de verdaderos flujos densos a términos estrictamente fluvial en su fase final. Las lluvias que caen sobre la meseta, en la zona de las “altas bardas”, se encauzan como flujos densos sobre las tierras del valle, afectando principalmente a las localidades de General Roca y Coronel J. J. Gómez. El propósito fundamental de estas obras no ha sido sólo el de contener los “aluviones”, sino también atenuar el grado de erosión fluvial superficial. El “Sistema de Defensa Aluvional” ha evitado hasta el momento, que las consecuencias de estos fenómenos fueran más graves. En el caso del “aluvión” de 1999, el funcionamiento del sistema fue en parte eficaz, una prueba de esto fue la entrada en funcionamiento del vertedero o aliviadero del dique Catini, al quedar

colmada su capacidad de almacenamiento. Sin embargo, como ya hemos mencionado, debemos considerar el desequilibrio generado al desviar las aguas del dique Roca hacia la defensa Catini; la desembocadura casi perpendicular del canal vertedero con el derivador del “sifón” de descarga del dique Catini y la falta de mantenimiento de los canales derivadores.

La alteración de cárcavas y cañadones del sistema de drenaje al norte de la localidad de General Roca, favorece la carga de material aluvional de aguas de origen pluvial que drenan sobre el núcleo urbano, afectando varios sectores de la población, principalmente a partir del cañadón Catini, que cruza a la ciudad de norte a sur.

La actividad minera emplazada en el área de General Roca, produce la alteración de las condiciones naturales del suelo, favoreciendo a la erosión eólica y fluvial.

La eliminación de la vegetación y la alteración del suelo favorecen la acción del viento para incorporar al aire material en suspensión que se precipita en el área del valle, alterando las condiciones naturales de los suelos cultivables (salinización) y perjudicando el rendimiento de los cultivos. Estos suelos también sufren el proceso de lavado por riego, incrementando su salinidad por incorporación de material fino soluble.

El grado de peligrosidad muy alto está dado por los “aluviones”, que ocurren en la zona y la combinación de todos los procesos que actúan, producen una susceptibilidad muy alta a la degradación de suelos.

#### **4.4.2 Consideraciones Finales**

El proceso que actúa en toda la superficie de la Hoja, es la erosión eólica, aunque no siempre es el proceso único o predominante. Como evidencia, se encuentran las dunas, los montículos o acumulaciones de arenas menores, al reparo de la vegetación y los numerosos bajos distribuidos en toda la Hoja. Este proceso se encuentra representado en sectores de baja pendiente, principalmente en las geoformas poligenéticas, como por ejemplo las planicies estructurales. La erosión fluvial también se observa en casi toda la extensión de la Hoja, pero en algunos lugares es más intensa, con desarrollo de bad lands, como ocurre en los abanicos y pedimentos del borde occidental de la planicie estructural de Rentería.

En otros sectores se combina también el proceso de remoción en masa, que ocurre cada año cuando las lluvias son excepcionales. La remoción en masa se encuentra representada por los flujos densos, los cuales producen el corte de la ruta provincial N°6, que une las localidades de General Roca y El Cuy y la ruta provincial N°71, que conduce al paraje Cerro Policía. La recurrencia de este proceso y el daño que ocasiona con el corte de dichas rutas provinciales; son los factores que se consideraron para que el área pertenezca a la clase de peligrosidad moderada a alta.

La pérdida o disminución de la cubierta vegetal, por influencias antrópicas, como ocurre en la zona del Alto Valle, sumada a la erosión eólica + la erosión fluvial son los procesos que determinan la desertificación o la degradación de suelos. El clima es uno de los factores naturales más importantes que condiciona a la desertificación, como ya hemos mencionado cuanto más árido es el clima, mayor es la vulnerabilidad de la capacidad natural de la tierra. En la región del Alto Valle, las prácticas de riego utilizadas

producen la salinización del suelo, lo cual consiste en la acumulación de sales solubles, aumentando así la susceptibilidad a la degradación de suelos. Los rendimientos de los cultivos son un excelente indicador de la salinización en tierras regadas.

Los grados de peligrosidad más altos se encuentran localizados en el sector norte de la Hoja, coincidentes con el mayor grado de actividad antrópica y uso intensivo de la tierra. La inundación es el principal proceso causante de la peligrosidad. Se han diferenciado las inundaciones producidas por el desborde de los cauces fluviales, producto de las nevadas y precipitaciones ocurridas en la zona cordillerana, como se observa en los valles de los ríos Limay y Negro y los “aluviones” generados en las altas “bardas”, al norte de la localidad de General Roca.

En cuanto a las inundaciones no debemos dejar de mencionar que estos problemas han mejorado desde la construcción de las obras hidráulicas, pero no han desaparecido, sin embargo de no existir la regulación de los ríos, las crecidas extraordinarias como la que ocurrió en el año 2001, habría provocado un caudal de 8000 m<sup>3</sup>/s y consecuencias similares a la gran inundación de 1899. En la última inundación registrada en este trabajo (julio del 2001), las presas de Alicurá, Piedra del Águila, Arroyito y el Chocón, sobre el río Limay y el dique El Chañar sobre el río Neuquén, operaron en FAC (Franja de Atenuación de Crecidas), por lo cual los organismos de seguridad de presas, justificaron erogaciones extraordinarias desde Arroyito y desde El Chañar, para mantener suficiente capacidad de recepción en los embalses. Sin embargo tendrían que considerar el momento en que realizan estas erogaciones, como ser en verano, cuando el daño a los cultivos es menor, ya que a comienzos de la primavera sus raíces son muy sensibles a la falta de oxígeno.

Hay que considerar que la mayor parte de las aglomeraciones se establecieron en las tierras más altas del valle, buscando protección de las crecientes de los ríos. Sin embargo la falta de planificación urbana, ha dado una expansión de la población al pie de las “bardas”, de donde bajan cañadones; los que escurren muchas veces en forma de flujos densos, afectando principalmente a las localidades de General Roca y Coronel J. J. Gómez. Estos fenómenos pueden pasar de verdaderos flujos densos a términos estrictamente fluvial en su fase final, como es el caso del “Aluvión” de 1999. Pese a los daños soportados, debe decirse que sin la presencia del “Sistema de Defensa Aluvional” (diques Catini, Roca y Gómez), las consecuencias de la excepcional precipitación del 25 de Enero de 1999, hubieran sido realmente desastrosas, ya que la mayor parte del volumen de agua escurrida y contenida en las presas no alcanzó a movilizarse sobre la ciudad. En general el funcionamiento del sistema fue eficaz, a pesar de haber estado sometido a condiciones límites. Sin embargo debemos considerar que el nivel de mantenimiento de los canales derivadores y los “sifones” de evacuación ha sido limitado. Además debería existir una limpieza adecuada de las acumulaciones del interior de la presa Catini. Como ya han mencionado los autores del informe del “Aluvión” de 1999, se debería llevar a cabo un remodelado de algunos tramos de los canales derivadores; en particular la desembocadura casi perpendicular del canal vertedero con el derivador del “sifón” de descarga del dique Catini. También se hizo mención en este trabajo del probable desequilibrio funcional que se generó al derivar las aguas de la

represa Roca hacia la defensa Catini; particularmente en el caso de no haberse realizado las estimaciones de las consecuencias de esa modificación.

El mapa de peligrosidad es una herramienta muy importante para la elaboración de planes de mitigación, planificación urbana, usos del suelo y generación de políticas por parte de los organismos provinciales, como es el caso del Organismo de Seguridad de presas (ORSEP).

El mapa final puede ser actualizado con información más detallada, o de acuerdo a las necesidades, ser ampliada la escala de trabajo, en especial para el sector urbano, donde se encuentra el mayor grado de peligrosidad de la Hoja. Considerando que en la zona del Alto Valle es muy importante las consecuencias que sufren las hectáreas productivas. No debemos dejar de mencionar que una condición fundamental para que la agricultura sobreviva en esta zona, en las cercanías de la ciudad, es la conservación de los sistemas de riego y desagües.

## 5 Agradecimientos

Se desea agradecer en este trabajo al Lic. Ricardo Caba, por la hospitalidad brindada por él y su familia, durante los viajes de campaña a la zona de estudio. Al personal de la Delegación de General Roca, Lic. Rafael González, Lic. Ricardo Caba y Lic. Patricia Espejo por la información recopilada para este informe y para la confección de las fichas inventario del catálogo de peligros geológicos. Al Dr. González Díaz por la corrección crítica del apartado de geomorfología. Al Ing. Juan Carmona, Director del Instituto de Investigaciones Antisísmicas “Ing. Aldo Bruschi”, por la información obtenida para el apartado de Sismicidad. Al Lic. Fernando Pereyra y a la Lic. Alejandra Tejedo por el asesoramiento, para la elaboración de los mapas de procesos geológicos y de peligrosidad geológica. A Silvia Altobelli por la colaboración brindada en la confección de los gráficos y figuras presentes en este trabajo. A Carlos Vidal por su colaboración en la edición. Al Director de la Dirección de Geología Ambiental y Aplicada y a todos los compañeros de trabajo, que desde distintos puntos de vista colaboraron en la realización de este informe, con correcciones críticas y constructivas: Lic. Sandra Cavallaro, Lic. Catalina Fratalocchi, Lic. Norma Tello, Lic. Diego Roverano, Lic. Alejandra Tejedo, Lic. Fernando Pereyra, Lic. Pablo Tchilinguirian, Lic. Valérie Baumann, Silvia Altobelli y Lic. Mariana Coppolecchia.

## 6 Bibliografía

Arroyo, J., 1989. Atlas agroclimático para el desarrollo de nuevas áreas de riego en Patagonia. Consejo Federal de Inversiones (CFI), Buenos Aires.

Belli, J. S.D.B. (Pbro.), 1995. El Padre Alejandro Stefenelli y la agricultura y el riego en el Alto Valle de Río Negro. Documentario Patagónico N° 5 – Archivo histórico saleciano de la Patagonia norte - Bahía Blanca- Editado en General Roca.

Caba, R., S. M. Calmels, P. Castellote y P. Espejo, 1995. Estudio Geoambiental Aplicado a la Minería de la región del Alto Valle de los ríos Negro y Neuquén y área de Influencia. Provincias de Neuquén y Río Negro. Dirección Regional del Servicio Geológico, Delegación Regional Comahue y Dirección Provincial de Minería de la Provincia de Río Negro. Inédito. Río Negro.

Caldiero, F., 2000. Informe del Clima en Cipolletti y Área de Influencia. ENDEMAS. Inédito. Río Negro.

Carmona, J. S., R. P. de Carmona y B. G. de Ugrin, 1988. Millenary Occurrence of Seismic Intensity: Its Evaluation by a Mathematical Model of Mean Seismic Activity. Proceedings of Ninth World Conference on Earthquake Engineering. Tokyo-Kyoto, Japan (Vol. II).

Crozier, M. J., 1984. Field assessment of slope stability in D. Brunnsden and D. B. Prior slope Inestability. John Wiley and Sons: 103-142.

De Fina, A. L., 1992. Aptitud agroclimática de la República Argentina. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), Buenos Aires.

Del Valle, M. C., 1997. Riesgo geológico en poblaciones costeras de Patagonia. Beca de Iniciación. Informe preliminar. Departamento de Ciencias Geológicas, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Universidad de Buenos Aires.

FAO, 1984. Metodología provisional para la evaluación y la representación cartográfica de la desertización. FAO. PNUMA. p.74.

González Díaz, E. F. y E. C. Malagnino, 1984. Geomorfología de la provincia de Río Negro. Relatorio del IX Congreso Geológico Argentino. S.C. de Bariloche. I (13): 347-364. Buenos Aires.

González Díaz, E. F. y J. A. Ferrer, 1986. Relevamiento y Prioritación de áreas con posibilidad de riego. Estudio Regional de Suelos. Geomorfología de la Provincia del Neuquén. Expediente N° 181. Consejo Federal de Inversiones (CFI), Buenos Aires.

González Díaz, E. F. y R. Caba, 1999. Información y comentarios acerca del "Aluvi3n" ocurrido en General Roca (Río Negro) el 25 de Enero de 1999. Inédito.

INPRES, 1977. Zonificación sísmica de la República Argentina. Publicación Técnica N°5. San Juan.

Köppen, V., 1953. La clasificación climática de Köppen. En: Strahler, A. N. y A. H., Strahler, 1989. Geografía Física. 3° edición: OMEGA.166-169.

Leanza, H. A. y C. A. Hugo, 1999. Descripción Geológica de la Hoja 3969-IV, General Roca, provincias de Neuquén y Río Negro. Boletín Servicio Geológico Minero Argentino. Buenos Aires.

Mendía, J., 1992. Aspectos metodológicos para la evaluación y representación cartográfica de los principales procesos de la desertificación. Provincia de Río Negro. Informe Final. Consejo Federal de Inversiones (CFI).

Oreja, P. F., 1951. El desierto vencido. Apuntes para la historia del pueblo de General Roca, Territorio de Río Negro. General Roca. Río Negro.

Oreja, P. F., 1981. "Aluviones: problema atenuado pero no resuelto". En el diario Río Negro del 31-01-81.

Rimoldi, H. V. y G. E. Turazzini, 1984. Aprovechamientos Hidráulicos. En Ramos V.A. (Ed): Relatorio del IX Congreso Geológico Argentino. S.C. de Bariloche. III (8): 693-752, Buenos Aires.

SEAG y P - INTA, 1989. Atlas de Suelos de la República Argentina: Provincia de Río Negro y Neuquén. 2 Tomos. Buenos Aires.

Servicio Meteorológico Nacional, 1962. Datos pluviométricos 1921-1950. Publicación B1 (2). Buenos Aires.

Thorntwaite, C. and J. Mather, 1955. The water balance. Climatology. 8 (1). En Mendía, J., 1992. Aspectos metodológicos para la evaluación y representación cartográfica de los principales procesos de la desertificación. Provincia de Río Negro. Informe Final. Consejo Federal de Inversiones (CFI).

Toledo, T. L., 1972. Historia de la fundación y progreso de General Roca (Río Negro). 1879-1899-1969. Bahía Blanca.

Toledo, T. L., 1979. Surgimiento y Grandeza del Alto Valle del Río Negro. Viedma.

Vapnarsky, C. A., 1983. Pueblos del norte de la Patagonia. Editorial de la Patagonia. 1779-1957. Buenos Aires.

Vardé, O. A., 1995. Presa El Chocón. Aspectos geológicos-geotécnicos vinculados al tratamiento de las fundaciones. Asociación Argentina de Geología Aplicada a la Ingeniería, Actas IX: 12-42. Buenos Aires.

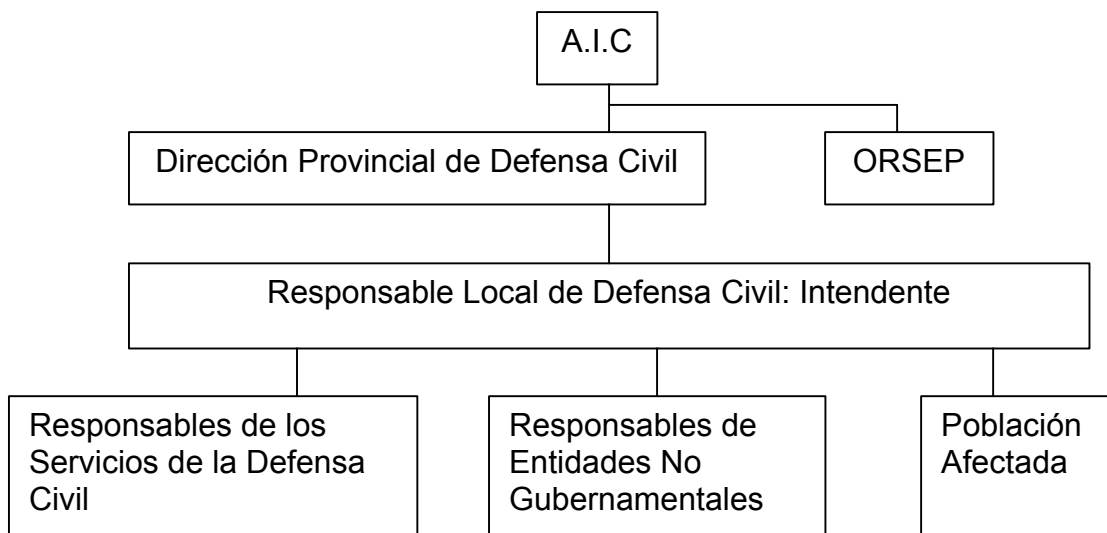
## Anexo I: Plan Para Emergencias Hídricas

El Plan para Emergencias Hídricas se ha incluido en este trabajo, debido a la existencia previa del mismo. Dicho plan fue elaborado por la Autoridad Interjurisdiccional de Cuenas (A.I.C.), destinado a los responsables de la Defensa Civil Municipal y tiene por objeto proporcionar una herramienta válida para afrontar emergencias hídricas cualquiera sea su magnitud, efectuar la evacuación de los pobladores y preservar la vida y bienes de los habitantes. Dicho plan es de aplicación en el ámbito de la Cuenca de los Ríos Limay, Neuquén y Negro.

Se han definido cuatro niveles de alerta, los cuales requieren de cuatro niveles de preparación y respuesta por parte de las Direcciones Provinciales de Defensa Civil y de los responsables locales de la protección pública:

- **Alerta Blanca:** erogación de altos caudales para manejo de embalse por crecidas. Puede producir desde la inundación de pequeñas áreas ribereñas, hasta inundación de áreas rurales y centros urbanos. Las erogaciones de caudales serán realizadas por la Concesionaria bajo la supervisión de la A.I.C. Los caudales erogados pueden alcanzar la capacidad máxima de evacuación del vertedero. El Alerta Blanca tiene un esquema funcional de aviso, declarada por la A.I.C., hasta llegar a los responsables locales de la protección pública, quienes pondrán en marcha las acciones estipuladas en sus correspondientes planes.

Esquema de aviso



- **Alerta Verde:** comportamiento anormal en una presa o estructura componente de alguna de ellas, que genera una erogación de caudales imprevista, sin producir una situación que pueda producir la rotura de la presa. Puede provocar desde la inundación de pequeñas áreas ribereñas, hasta la inundación de importantes áreas rurales y centros urbanos. Los caudales erogados pueden alcanzar la capacidad máxima de evacuación de la obra (vertedero y/o descargador de fondo). El Alerta Verde es declarado en este caso por la Concesionaria, quien es

responsable de notificar, la magnitud de los caudales erogados a la A.I.C. y al ORSEP. A partir de la A.I.C. el esquema funcional de aviso es igual al del Alerta Blanco.

#### Esquema de aviso



- **Alerta Amarilla:** situación de anomalía con posibilidad de rotura de la presa, cuyos efectos pueden ser controlados por el sistema de embalses. Acciones correctivas pueden impedir la falla de la presa. Puede existir la necesidad de vaciamiento parcial o total del embalse, dentro o fuera de las normas de manejo de agua, para impedir la rotura de la presa. Pueden ocurrir desde la inundación de áreas ribereñas hasta la inundación de importantes centros urbanos. Los caudales erogados pueden alcanzar la capacidad máxima de evacuación de la obra (aliviadero y/o descargador de fondo). Si la situación de peligro se agrava puede pasarse de Alerta Amarilla a Alerta Roja. La Concesionaria es responsable notificar de la situación al ORSEP, quien a su vez notifica a la A.I.C. y a las Direcciones Provinciales de Defensa Civil. A partir de estas direcciones el esquema funcional de aviso es igual que los casos anteriores, llegando la notificación a los responsables locales de la protección pública.

### Esquema de aviso



- **Alerta Roja:** falla de la presa con pérdida incontrolable de agua del embalse. No hay tiempo para evaluar ni controlar la situación. Se produce un vaciamiento súbito del embalse con inundación catastrófica aguas abajo y evacuación de pobladores de las áreas potencialmente afectadas. La notificación es realizada por la Concesionaria a los pobladores ubicados dentro del área cercana de seguridad y al ORSEP, quien notifica a las Direcciones Provinciales de Defensa Civil y a la A.I.C. Estas Direcciones a su vez avisan a los responsables locales de la protección pública, como ocurre con los otros esquemas funcionales de aviso del alerta. La emisión de la alarma a la población se efectuará con todas las alarmas, sirenas y sistemas disponibles en la localidad y en los casos que resulte necesario hasta en forma personal.

### Esquema de aviso



Los cuatro niveles de alerta definidos, requieren de cuatro niveles de preparación y respuesta por parte de las Direcciones Provinciales de Defensa Civil y de los responsables locales de la protección pública.

ALERTA BLANCA	NIVEL DE RESPUESTA I
ALERTA VERDE	NIVEL DE RESPUESTA II
ALERTA AMARILLA	NIVEL DE RESPUESTA III
ALERTA ROJA	NIVEL DE RESPUESTA IV

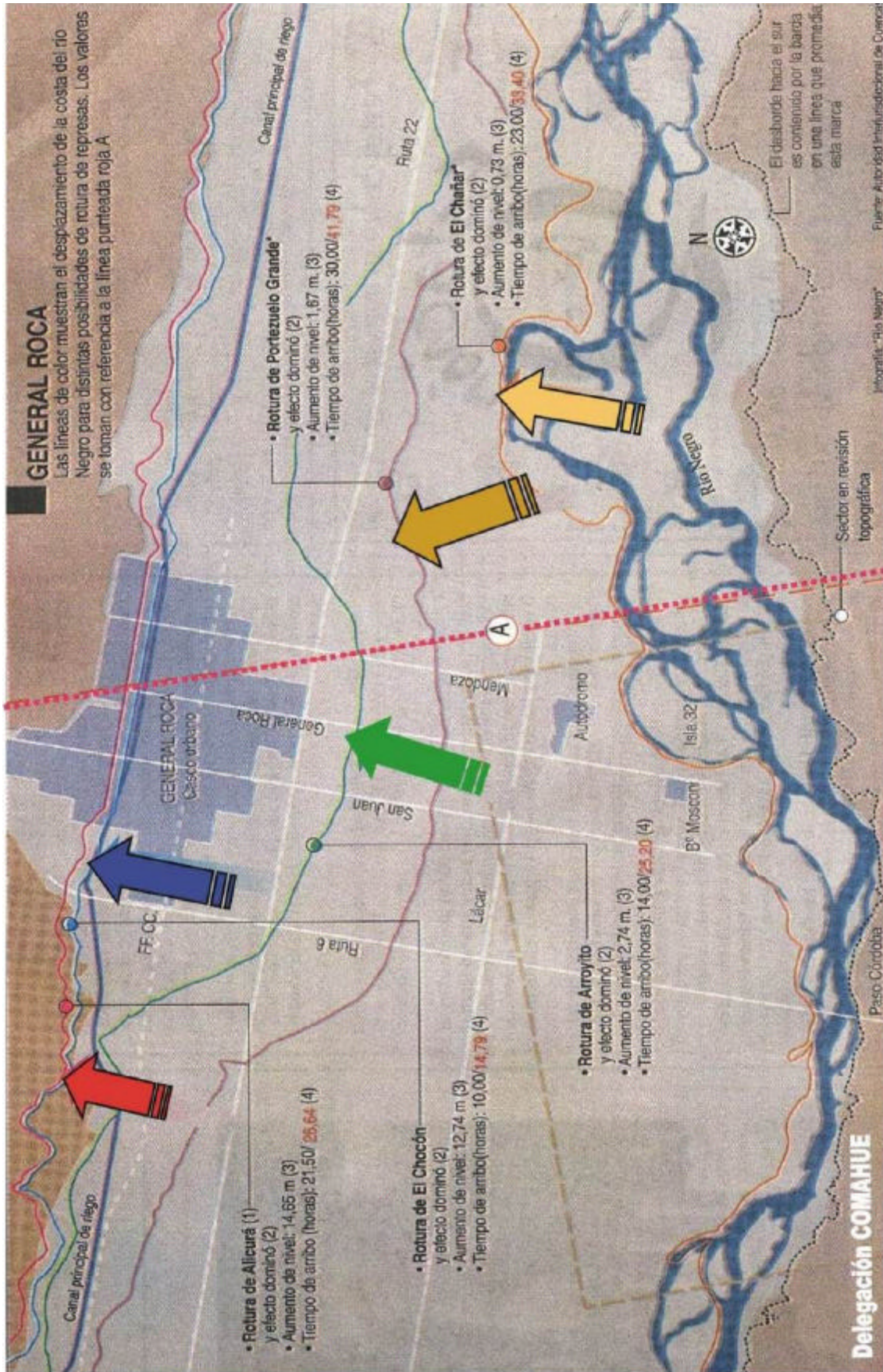
Los eventos de naturaleza hidrológica con desarrollo lento pueden permitir una respuesta en etapas. Los eventos de naturaleza no hidrológica como la falla de una presa, probablemente no den lugar a una respuesta en etapas sucesivas. Los eventos pueden ocurrir sin seguir una secuencia determinada; por ello cada nivel de respuesta debe ser considerado en forma independiente de los demás. La declaración del Nivel de Respuesta III o IV puede ocurrir por el agravamiento de la situación anterior; sin embargo si las condiciones son muy serias, puede ser declarado desde un principio el nivel de respuesta más crítico.

El plan elaborado para emergencias hídricas, tiene como objetivo proporcionar una guía a los Responsables Municipales de la protección pública, alertar a la población en caso de una emergencia hídrica e impedir o minimizar pérdidas de vidas. Dicho plan consta de un Plan Básico y de Planes Sectoriales. Los planes deben proveer herramientas para manejo de emergencias en función de las necesidades de la comunidad. El Plan Básico detalla criterios que las autoridades Municipales aplicarán durante las emergencias y es de uso específico para los responsables locales. Los planes

sectoriales, proveerán la planificación de acciones de los distintos sectores, áreas específicas y servicios de la Defensa Civil Municipal. Incluye anexos de alarma y comunicaciones, evacuación, salvamento y rescate, asistencia sanitaria y social, transporte, etc. También se incluyen mapas de inundación y planos con vías de escape.

En la Figura, se ven distintas líneas de inundación para un nivel de respuesta IV. Estas líneas muestran el desplazamiento de la costa del río Negro para distintas posibilidades de rotura de presas. Los cálculos están hechos en función de buen tiempo en el río Limay:

- (1) En una línea casi similar estaría la rotura de Piedra del Águila.
- (2) El efecto dominó es la rotura, por aumento del caudal, de las represas aguas abajo del accidente.
- (3) Es el aumento de la altura del río con respecto a su nivel normal.
- (4) Tiempo de arribo de los primeros síntomas de la crecida. El valor en rojo, es el tiempo en llegar al nivel máximo de crecida. Ambos valores toman como referencia a la línea punteada A.



Carta de Peligrosidad Geológica 3969-IV GENERAL ROCA

## **Anexo II**

### **Fichas inventario de Peligrosidad Geológica**

<b>Tipo de peligro</b>	Erosión Fluvial		
<b>Forma de erosión (cárcavas, bad land, etc.)</b>	cárcavas		

<b>Fecha de registro</b>	09/11/2001	<b>Registro nº</b>	3969-IV E 2
<b>Autor</b>	Roxana Chavez- Ricardo Caba		

<b>Localidad</b>	Cerro Policía		
<b>Departamento</b>	El Cuy	<b>Provincia</b>	Río Negro
<b>Nº de hoja 1:100.000</b>		<b>Nº de hoja 1:250.000</b>	3969-IV
<b>Latitud</b>	39°39'	<b>Longitud</b>	68°25'

<b>Fechas del evento</b>	No registradas		
<b>Ubicación (río, playa, cerro, etc.)</b>	Arroyo El Manzano (Puesto Pincheira)		
<b>Causas</b>	Climáticas (precipitaciones)- litológicas - erosión retrocedente de un afluente del arroyo		
<b>Superficie de terreno afectada</b>	no determinada		
<b>Longitud afectada</b>	Aproximadamente 1km de longitud de la ruta		
<b>Profundidad</b>	No determinada		
<b>Litología</b>	Gravas, arenas y limos		
<b>Edad</b>	Cuaternario		

<b>Zona afectada</b>	Ruta Provincial N° 71		
<b>Daños materiales</b>	Corte de la ruta por socavamiento		
<b>Nº de muertos</b>	No determinados	<b>Nº de heridos</b>	No determinados
<b>Pérdidas económicas</b>	No determinadas		
<b>Efectos indirectos</b>	Aislamientos de puestos y estancias		

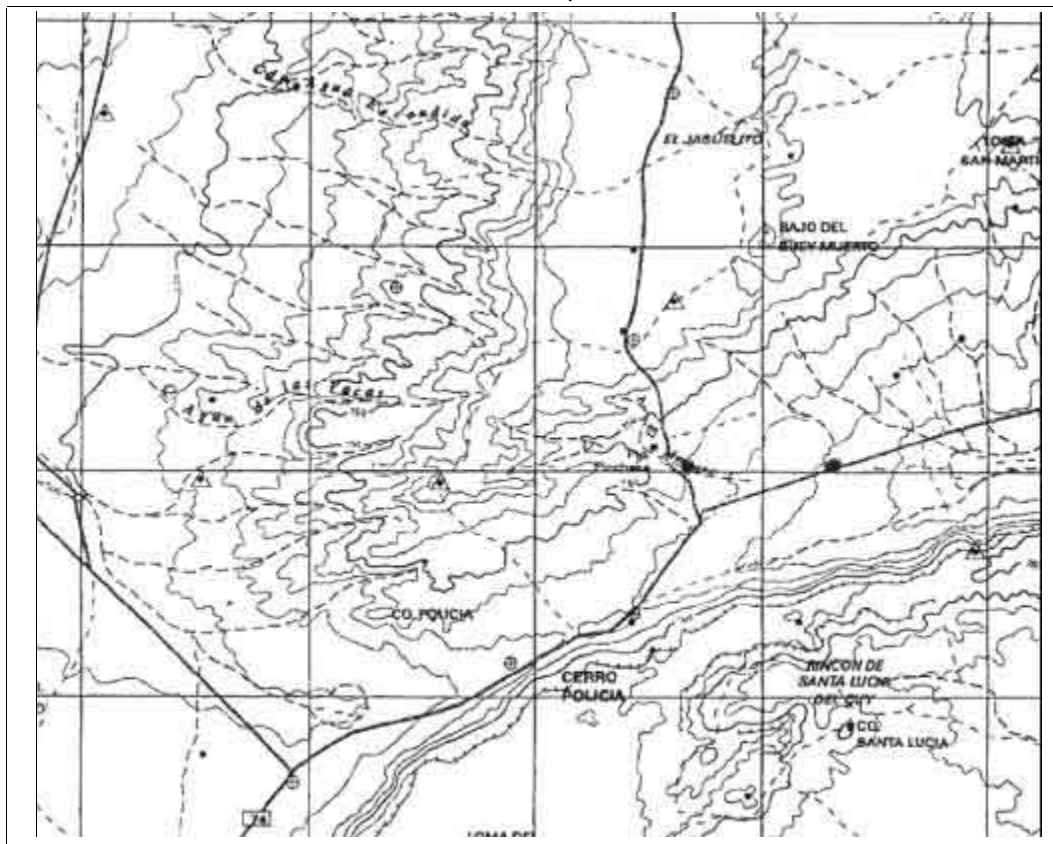
<b>Referencias</b>	Observaciones directas del campo
Bibliografía?:	0

<b>Notas/comentarios</b>	En varios Tramos de la ruta se observa el mismo proceso. Esta ruta se une con la ruta provincial N°6 y con la ruta provincial N°74 que conduce a la localidad de Aguada Guzmán.
--------------------------	---

# Carta de Peligrosidad (SEGEMAR-IGRM)

Tipo de Proceso  Número de Ficha   
Fecha de Registro  Hoja 250000   
Autor

## Croquis



Foto



## Comentarios

Erosión retrocedente de un afluente del arroyo El Manzano. Afecta la ruta provincial N°71.

**Tipo de peligro** Inundación

**Fecha del registro** 24/08/2000 **Registro n°** 3969-IV I 1  
**Autor** Roxana Chavez - Ricardo Caba

**Localidad** A. Stefenelli  
**Zonas afectadas** Pueblo Viejo General Roca (hoy A. Stefenelli). Planicie aluvial y niveles de terrazas del río Negro (prácticamente todo el ancho del valle del río Negro).  
**Departamento** General Roca **Provincia** Río Negro  
**N° de hoja 1:100.000** **N° de hoja 1:250.000** 3969-IV  
**latitud:** 39°03' **longitud:** 67°32'

**Fechas del evento** 19/07/1899. Otras fechas registradas: 23/07/1879, 07/1915, 05/1945, 1957.  
**Duración** 2 días (1899) **Frecuencia**  
**Ubicación (mar, cuenca, río, bahía, estuario, etc.)** Cuenca del río Negro. Ríos: Limay y Neuquén  
**Causas** Climáticas: aumento del caudal por deshielo y por lluvias extraordinarias  
**Hidrogeología:** Aumento del caudal de los ríos Limay, Neuquén y en consecuencia del río Negro.  
**Superficie afectada (km2)** 3 leguas de ancho  
**Altura máxima del nivel del agua (m)** + de 1,70 m **Medido en:** Plaza Villegas (1899)  
**Caudal máximo** casi 15.000 m3/seg **Medido en::** 1899 (río Negro)  
**Precipitación máxima** **Estación:**  
**Caudal específico** **Medido en:**  
**Observaciones** Todas estas inundaciones fueron pre-obras hidráulicas. En 1957 el caudal del río Negro lle aproximadamente a los 7.000 m3/seg.

**Daños materiales** En la gran inundación de 1899, 207 viviendas fueron destruidas (sólo quedaron en pie 27 de las más sólidas). En la plaza Villegas se mantuvo en pie el monumento del General Villegas, de unos 7 m de altura, se conoce que fue cubierto hasta la mitad, ya que se conserva hoy la marca dejada por la creciente. Por esto se calcula que el agua debe haber superado la marca que se calculó de 1,70 en dicha plaza. El Colegio San Martín también se mantuvo en pie.  
**N° de muertos** No determinado  
**N° de heridos** No determinado **Pérdidas económicas (miles de pesos)** No determinadas  
**Efectos indirectos** Fueron arrasados los montes frutales, huertos, muerte del ganado  
**Referencias** Registro del diario Río Negro del 01/09/1972 que da a conocer el informe producido por inspector de la entonces Dirección de Tierras y Colonias: A. Oliveira, enviado por el inspector general, según nota del 25/08/1899.  
**Bibliografía?:** 0

**Notas/comentarios** Luego del suceso de 1899 el jefe interino de la División de Los Andes, coronel J. Röhde le asignó al pueblo una nueva ubicación de 2 km hacia el norte en Septiembre de 1899, actual ubicación General Roca.

# Carta de Peligrosidad (SEGEMAR-IGRM)

Tipo de Proceso

Inundación

Número de Ficha

3969-IV | 1

Fecha de Registro

24/08/2000

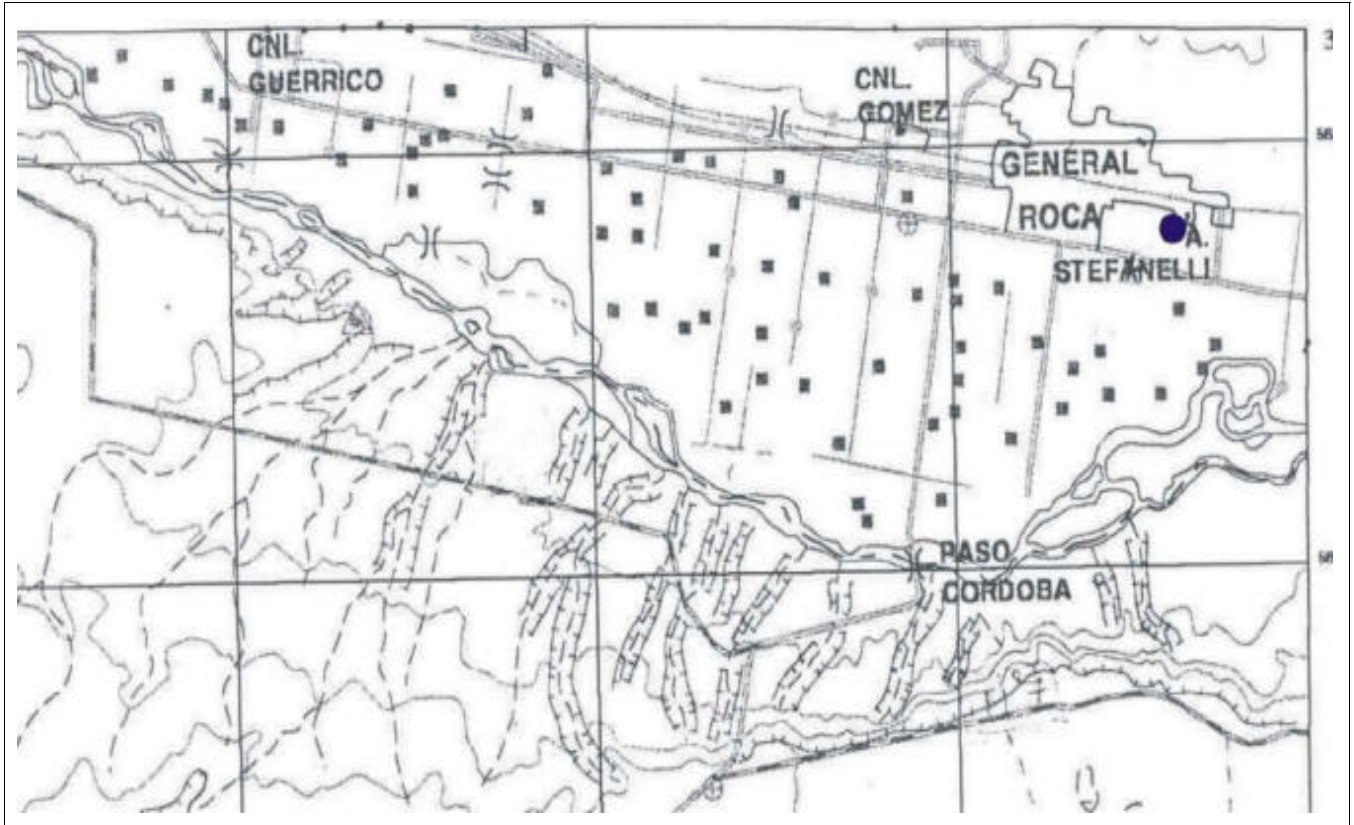
Hoja 250000

3969-IV

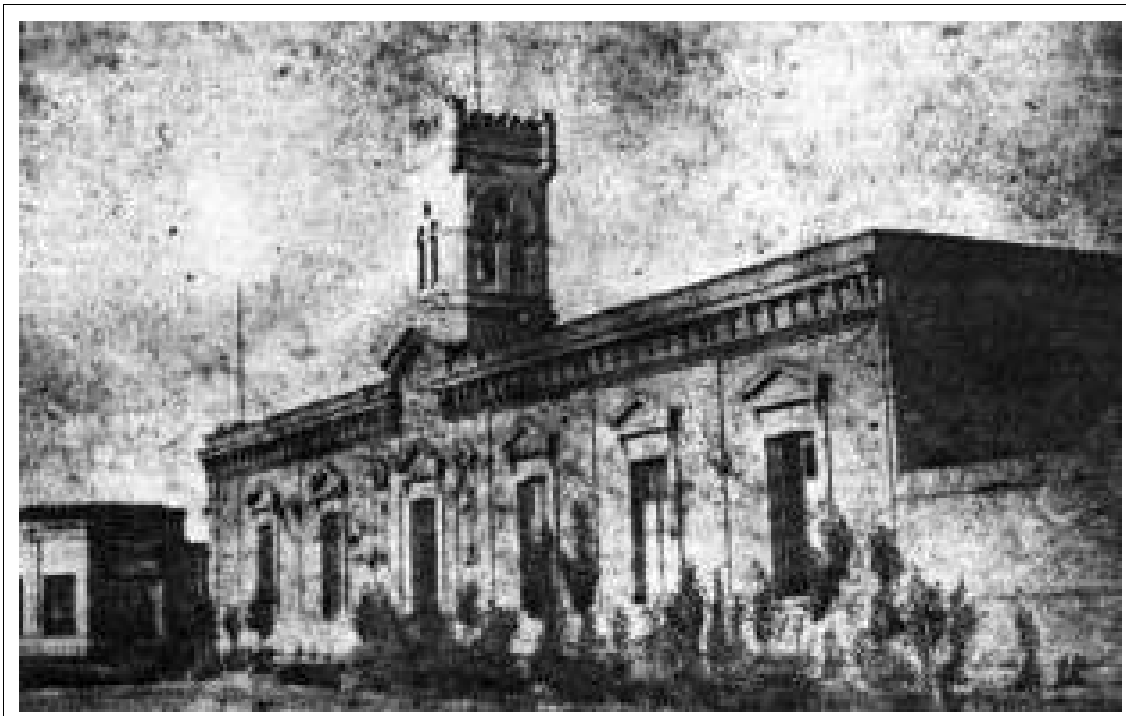
Autor

Roxana Chavez- Ricardo Caba

## Croquis



## Foto



## Comentarios

El edificio de la Comandancia Militar, en el Pueblo Viejo General Roca. Inaugurado poco antes de esta inundación, que completamente destruido. A pesar del elaborado trabajo en ladrillo, ésta debía tener cimentaciones muy débiles. La foto data de 1898. Archivo General de la Nación.

**Tipo de peligro** Inundación

**Fecha del registro** 11/08/2001 **Registro n°** 3969-IV I 3  
**Autor** R. Chavez- R. Caba- P. Espejo- R. González

**Localidad** Paso Córdova  
**Zonas afectadas** Barrio La Costa Oeste (Allen), Isla 18, Isla 19, costa zona Cnel. Gómez, costa zona Cnel. Guerrico, zona Paso Córdova, Isla 32, Barrio La Costa (costa zona A. Stefenelli).  
**Departamento** General Roca **Provincia** Río Negro  
**N° de hoja 1:100.000** **N° de hoja 1:250.000** 3969-IV  
**latitud:** 39°06' **longitud:** 67°37'

**Fechas del evento** 05/2001 a 08/2001. Otra fecha registrada: en 1974 (según un lugareño).  
**Duración** **Frecuencia**  
**Ubicación (mar, cuenca, río, bahía, estuario, etc.)** Cuenca del río Negro. Ríos: Limay y Neuquén  
**Causas** Climáticas: aumento del caudal por deshielo y por lluvias extraordinarias. Antrópicas: esto obliga a las hidroeléctricas a erogar más para evitar que los embalses se colmaten.  
**Hidrogeología:** Aumento del caudal de los ríos Limay, Neuquén y en consecuencia del río Negro.  
**Superficie afectada (km2)**  
**Altura máxima del nivel del agua (m)** **Medido en:**  
**Caudal máximo** 2.600 m3/seg **Medido en::** Río Negro (A.I.C.)  
**Precipitación máxima** **Estacion:**  
**Caudal específico** **Medido en:**  
**Observaciones** Para el mes de Julio del 2001, la erogación del dique Arroyito alcanzó 1748 m3/seg (río Limay), el río Neuquén llegó a 700 m3/seg y el río Negro a 2600 m3/seg (A.I.C.). En el año 1974 el río Negro llegó a 4000 m3/s, todavía no existía la represa El Chocón

**Daños materiales** Anegamiento de barrios ribereños, con la consecuente afectación de viviendas, que en su mayoría son precarias y asentamientos ilegales. Filtraciones generadas por el ascenso de la napa freática, incidiendo negativamente sobre plantas y cultivos. Se vieron afectados principalmente los frutales de carozo, manzanas y peras; también hectáreas de forrajes y horticultura. Se vieron anegadas áreas de acampe, balnearios en la zona de Paso Córdova e Isla 32. El puente de ingreso a la isla 19 sufrió un descalce de su estructura.  
**N° de muertos** no determinado  
**N° de heridos** no determinado **Pérdidas económicas (miles de pesos)** aproximadamente 40 millones de pesos  
**Efectos indirectos** Más de 190 evacuados en la zona de Paso Córdova. En Cnel. Guerrico se anegaron 200 hectáreas, 3000 hectáreas en el ejido de Gral. Roca. También se vieron afectadas hectáreas de la zona costa Cnel. Gómez y en Senillosa.  
**Referencias** Diario Río Negro (desde mayo hasta agosto de 2001) y la Mañana del Sur - "Revista de Roca"- Observaciones directas y registros fotográficos. El registro de 1974 sólo es por información de un lugareño de la zona.  
**Bibliografía?:** 0

**Notas/comentarios** Todos los diques tuvieron que operar en FAC (Franja de Atenuación de Crecidas), por lo cual hubieron erogaciones extraordinarias. En esta inundación se utilizó el desviador de crecidas al Pellegrini. Según los registros obtenidos, el sector afectado se ubica en la zona de inundaciones excepcionales con un caudal superior, alcanzando casi los 3.000 m3/seg.

# Carta de Peligrosidad (SEGEMAR-IGRM)

Tipo de Proceso

Inundación

3969-IV | 3

Fecha de Registro

11/08/2001

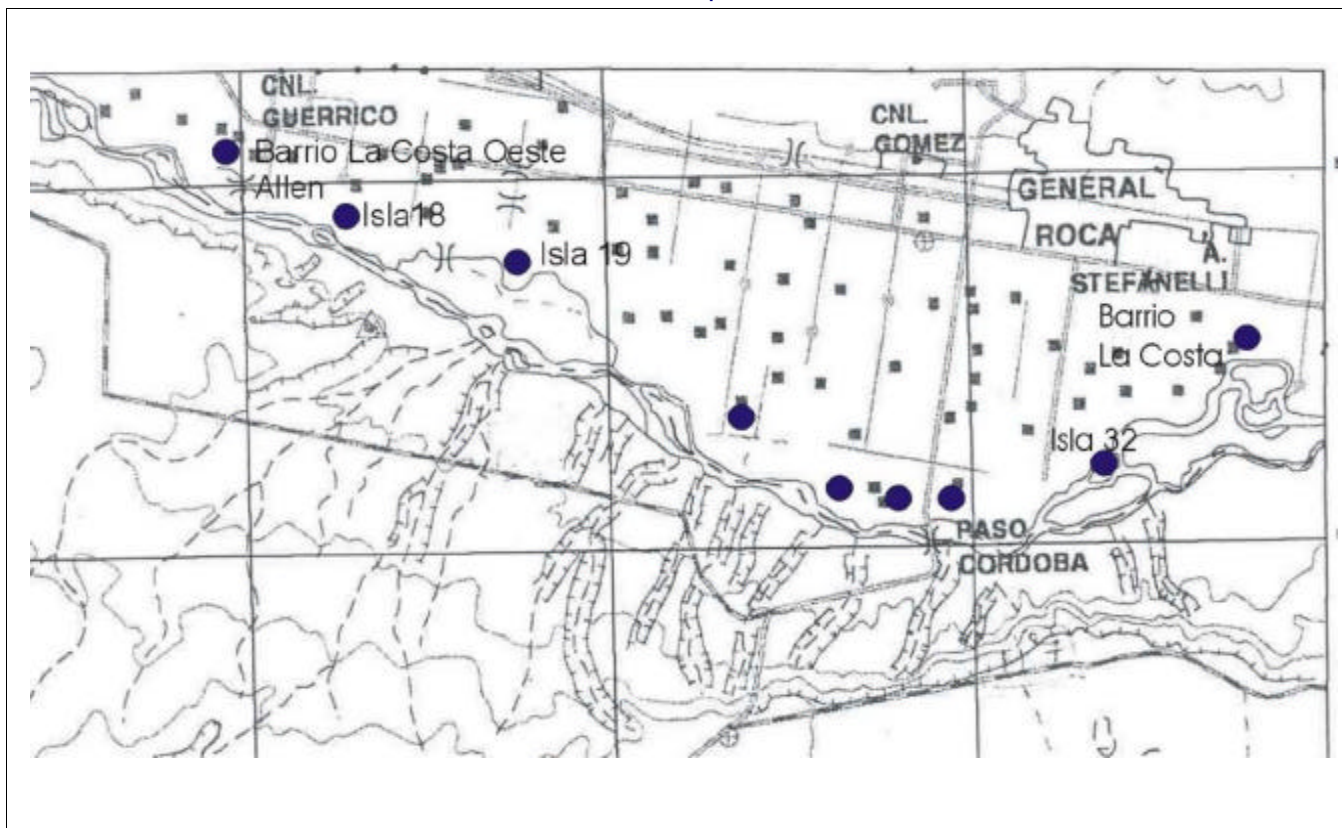
Hoja 250000

3969-IV

Autor

R. Chavez- R. Caba- P. Espejo- R. González

## Croquis



## Foto



## Comentarios

Área de acampe y balneario completamente anegados. Barrio Paso Córdoba. Isla 32.

**Tipo de peligro** Inundación- "Aluvión"

**Fecha del registro** 24/08/2000 **Registro n°** 3969-IV I 6  
**Autor** Roxana Chavez - Ricardo Caba

**Localidad** General Roca  
**Zonas afectadas** Barrios: Tiro Federal, Norte, Cnel. J.J. Gómez, Villa Obrera, Villa San Martín y Bagliani.  
**Departamento** General Roca **Provincia** Río Negro  
**N° de hoja 1:100.000** **N° de hoja 1:250.000** 3969-IV  
**latitud:** 39°01' **longitud:** 67°35'

**Fechas del evento** 29/03/1966 a 30/03/1966  
**Duración** aprox. 20 horas **Frecuencia**  
**Ubicación (mar, cuenca, río, bahía, estuario, etc.)** Cuenca Río Negro  
**Causas** Climáticas: precipitaciones y antrópicas: falta de un sistema de defensa aluvional apropiado.  
**Hidrogeología:**  
**Superficie afectada (km2)**  
**Altura máxima del nivel del agua (m)** **Medido en:**  
**Caudal máximo** **Medido en::**  
**Precipitación máxima** 98,2 mm (en las bardas) **Estacion:** INTA  
**Caudal específico** **Medido en:**  
**Observaciones** el registro de precipitación en la estación del Alto Valle INTA, en Cnel. J.J. Gómez fue de 8 mm.

**Daños materiales** El puente sobre el canal matriz, en la calle Maipú, resultó destruido, dicho puente une la ciudad con el barrio Norte y Tiro Federal. Importantes daños en viviendas en el barrio Tiro Federal; resultó al ceder sus cimientos el edificio ocupado por el polígono de la Asociación Patriótica Tiro Federal. En el barrio J.J.Gómez se rompió un borde del canal principal y se sepultaron vehículos. Derrumbes de viviendas en todos los barrios afectados. Anegamiento de las calles céntricas de los distintos barrios. Pérdidas de cosechas.  
**N° de muertos** 7  
**N° de heridos** 1 **Pérdidas económicas (miles de pesos)** no determinadas  
**Efectos indirectos** 1000 evacuados en total (150 evacuados del barrio Tiro Federal).  
**Referencias** Diario Río Negro: 30/03/1966, pág. 2; 31/03/1966, pág. 2 a 5; 01/04/1966, pág. 2 a 3; 02/04/1966, pág. 3 a 5; 03/04/1966, pág. 2 a 4.  
**Bibliografía?:** 0

**Notas/comentarios** Es probable que se haya producido un desequilibrio funcional

# Carta de Peligrosidad (SEGEMAR-IGRM)

Tipo de Proceso

Inundación - "Aluvión"

3969-IV I 6

Fecha de Registro

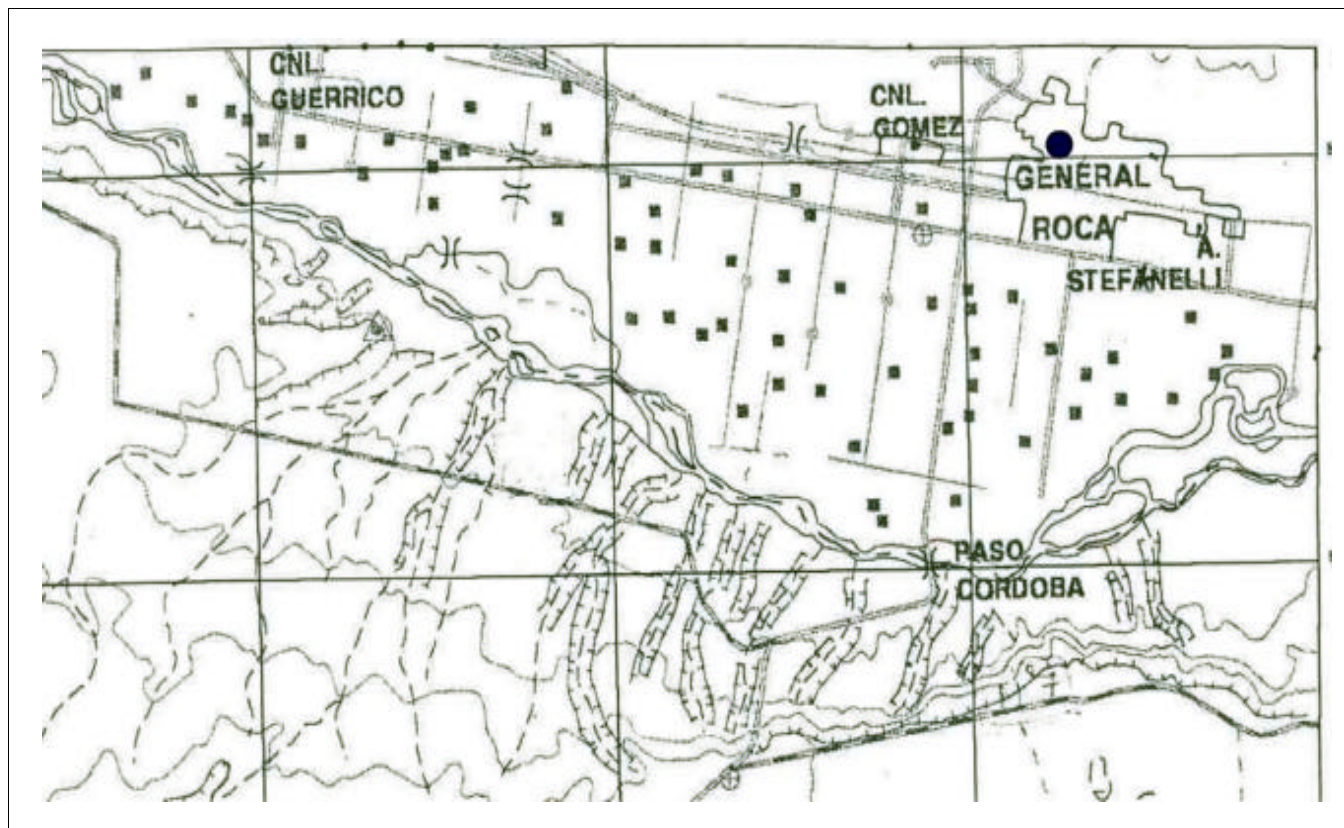
24/08/2000

Hoja 250000

3969-IV

Autor

Roxana Chavez - Ricardo Caba



Foto



## Comentarios

El puente sobre el canal matriz, en la calle Maipú, resultó destruido por el "aluvión". Diario Río Negro del 31/03/1966: "Festividad suspendida la Fiesta de la Manzana".

**Tipo de peligro** Inundación- "Aluvión"

**Fecha del registro** 24/08/2000 **Registro n°** 3969-IV I 7  
**Autor** Roxana Chavez - Ricardo Caba

**Localidad** General Roca  
**Zonas afectadas** Barrios: Tiro Federal, Aeroclub, Villa Obrera, J.J. Gómez, Campamento, Chacra Monte, Villa San Martín, Di Luca, El Porvenir, La Rivera, Norte y Gerli.  
**Departamento** General Roca **Provincia** Río Negro  
**N° de hoja 1:100.000** **N° de hoja 1:250.000** 3969-IV  
**latitud:** 39°01' **longitud:** 67°35'

**Fechas del evento** 12/03/1975  
**Duración** **Frecuencia**  
**Ubicación (mar, cuenca, río, bahía, estuario, etc.)** Cuenca Río Negro  
**Causas** Climáticas: precipitaciones. Antrópicas: la obra del "Sistema de Defensa Aluvional" debía ser complementada, ya que la descarga iba directamente a la ciudad, aprovechando cauces naturales.  
**Hidrogeología:**  
**Superficie afectada (km2)**  
**Altura máxima del nivel del agua (m)** **Medido en:**  
**Caudal máximo** **Medido en::**  
**Precipitación máxima** 113 mm **Estacion:** local, Ferrocarril Roca  
**Caudal específico** **Medido en:**  
**Observaciones** Los "aluviones" son las crecientes que tienen su origen en la zona de las bardas, en algunos casos pueden ser considerados flujos densos, si la masa acuosa presenta una elevada carga sólida.

**Daños materiales** Completamente anegadas las calles Maipú, 9 de Julio y sectores de la calle Mendoza. Derrumbes de viviendas precarias en los distintos barrios afectados. Desborde de un canal secundario en el barrio Norte, se tapó el canal que corre por las calles Hipólito Yrigoyen e Isidoro Lobo, en el barrio Gerli. Según la Empresa Agua y Energía la defensa contra aluviones funciona normalmente, sin embargo hubieron roturas muy importantes en el canal principal.  
**N° de muertos** no determinado  
**N° de heridos** no determinado **Pérdidas económicas (miles de pesos)** no determinadas  
**Efectos indirectos** 480 personas evacuadas. El aluvión depositó en las calles aproximadamente 20.000 toneladas de lodo y sedimentos.  
**Referencias** Diario Río Negro: 13/03/1975. Diario Río Negro del 31/12/1981: "Aluviones, problema atenuado pero no resuelto" (Oreja 1981).  
**Bibliografía?:** 0

**Notas/comentarios** Pese a haberse construido el "Sistema de Defensa Aluvional" o dique Roca, en 1969, la obra debía ser complementada, desviando la descarga retenida en el mismo, antes que ingrese a la ciudad. Es por esto que más adelante se llevó a cabo el desvío de las aguas del dique Roca al dique Catini.

# Carta de Peligrosidad (SEGEMAR-IGRM)

Tipo de Proceso

Inundación - "Aluvión"

3969-IV I 7

Fecha de Registro

24/08/2000

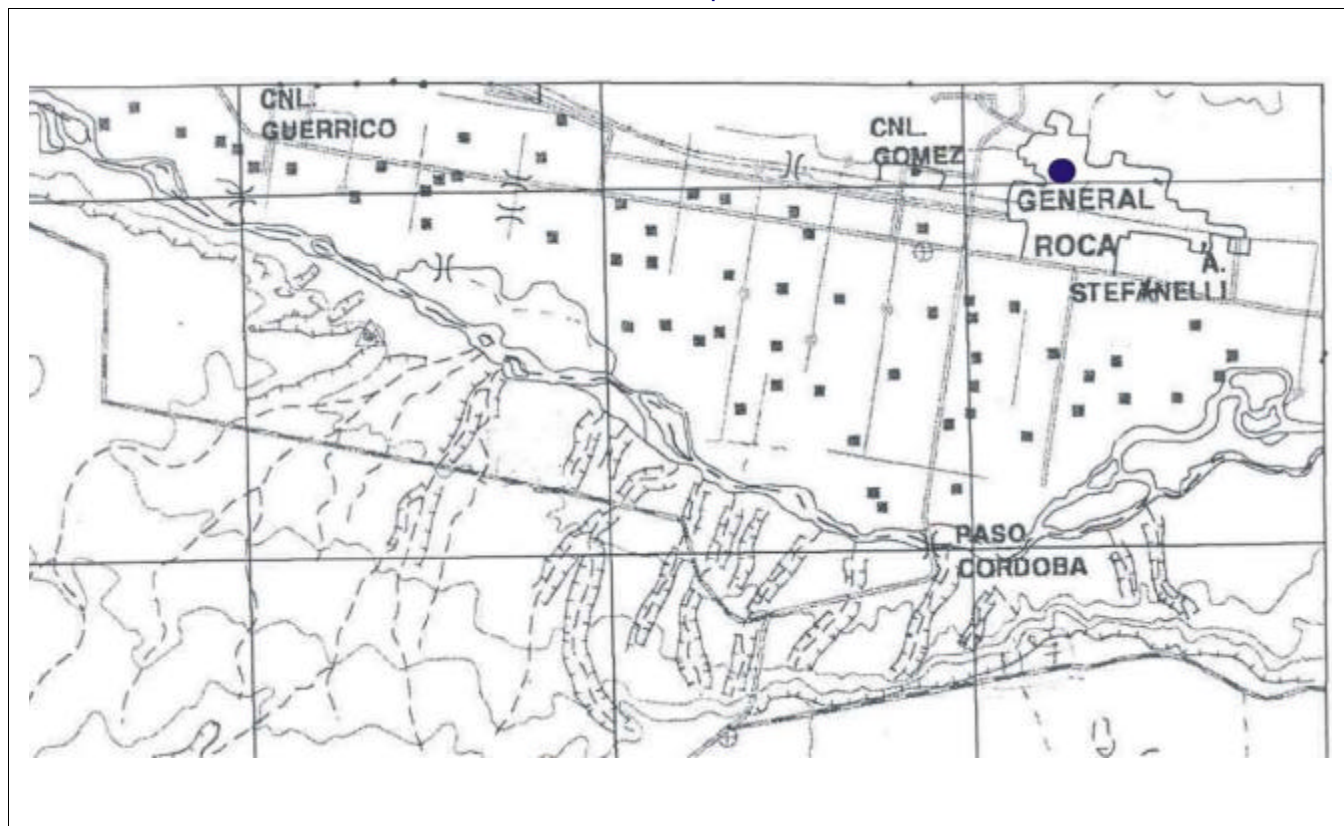
Hoja 250000

3969-IV

Autor

Roxana Chavez - Ricardo Caba

## Croquis



## Foto



## Comentarios

Viviendas derrumbadas en un barrio humilde de General Roca. Diario Río Negro del 13/03/1975

<b>Tipo de peligro</b>	Movimientos de Ladera
------------------------	-----------------------

<b>Fecha del registro</b>	09/11/2001	<b>Registro n°</b>	3969-IV ML 1
<b>Autor</b>	Roxana Chavez- Ricardo Caba		

<b>Paraje</b>	Al norte del Cerrito de la Cruz		
<b>Localidad</b>	Cerrito de la Cruz		
<b>Departamento</b>	El Cuy	<b>Provincia</b>	Río Negro
<b>N° de hoja 1: 100.000</b>		<b>N° de hoja 1:250.000</b>	3969-IV
<b>Latitud</b>	39°18'	<b>Longitud</b>	67°50'

<b>Fechas del evento</b>	No registradas		
<b>Activo</b>	Sí (en épocas de lluvias)		
<b>Tipo de movimiento</b>	Flujo denso ("aluvión")		
<b>Ubicación</b>	Cursos transitorios que desaguan en el Salitral El Moreno		
<b>Litología</b>	Areniscas, conglomerados y arcillitas - gravas, arenas y limos		
<b>Edad</b>	Cretácico superior y Cuaternario		
<b>Volúmen (m3)</b>	No determinado		
<b>Extensión (m2)</b>	No determinado	<b>Profundidad</b>	No determinada
<b>Causas</b>	Climáticas (precipitaciones) y litológicas		
<b>Hidrogeología</b>	Arroyos transitorios. El material involucrado es impermeable		
<b>Observaciones</b>	Las alcantarillas no tienen suficiente luz		

<b>Zona afectada</b>	Ruta provincial N°6 que une las localidades de General Roca y El Cuy		
<b>Daños materiales</b>	Cortes de la ruta provincial N°6		
<b>N° de muertos</b>	No determinados	<b>N° de heridos</b>	No determinados
<b>Pérdidas económicas</b>	No determinadas		
<b>Efectos indirectos</b>	Puestos que quedan aislados		

<b>Referencias</b>	Observaciones directas del campo		
<b>Bibliografía?:</b>	0		
<b>Notas/comentarios</b>	Estos procesos cubren las alcantarillas y cortan a la ruta provincial N°6 en varios tramos. Estos fenómenos pueden ser flujos densos propiamente dichos o gradar a términos fluviales ("aluviones").		

# Carta de Peligrosidad (SEGEMAR-IGRM)

Tipo de Proceso

Movimiento de Ladera

3969-IV ML 1

Fecha de Registro

09/11/2001

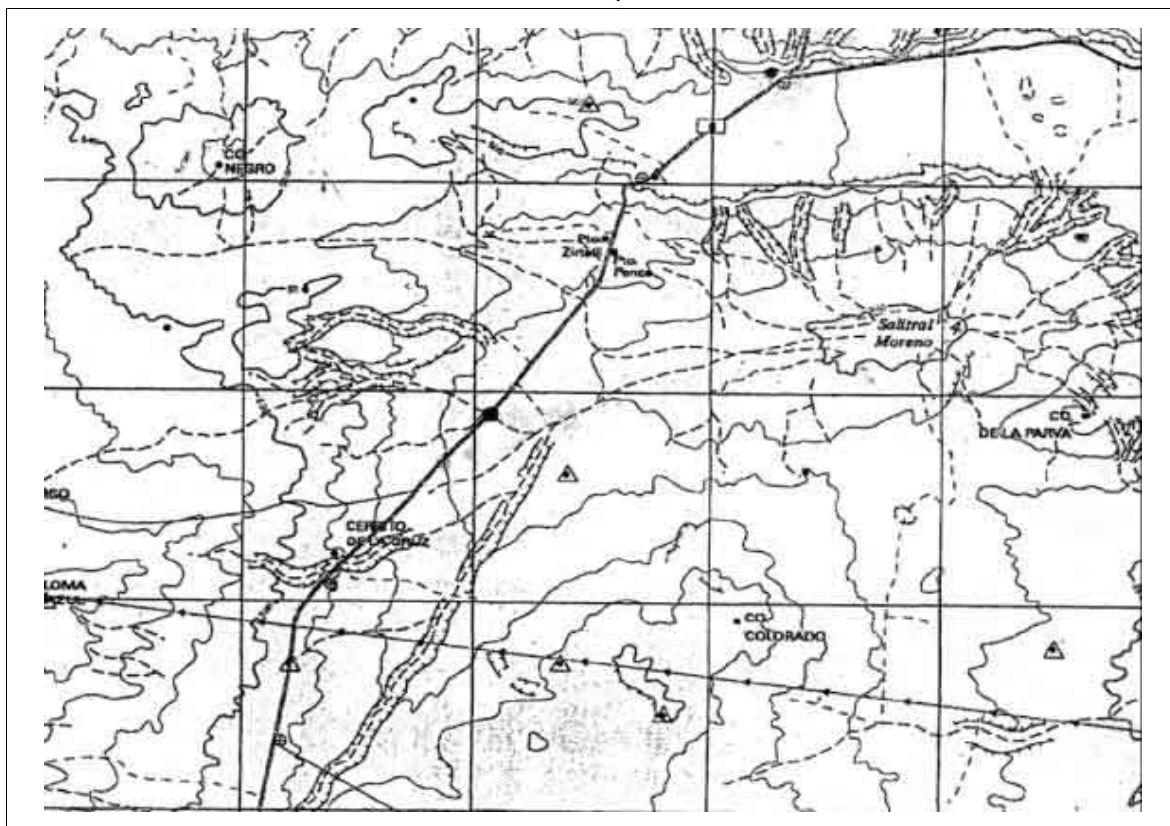
Hoja 250000

3969-IV

Autor

Roxana Chavez- Ricardo Caba

## Croquis



## Foto



## Comentarios

Las alcantarillas no tienen suficiente luz. Estos fenómenos se reactivan todos los años en épocas de lluvias.