

# Programa Nacional de Cartas Geológicas de la República Argentina

**1:250.000**

## Carta de Peligrosidad Geológica 4366-II **PUERTO MADRYN**



Caída de rocas y deslizamiento en Punta Ninfas

### Provincia de Chubut

Autores: Gustavo Julio Ichazo, Marta Jones  
Geomorfología: Emilio F. González Díaz  
Clima: Pilar Alvarez y (CENPAT)



INSTITUTO  
DE GEOLOGÍA  
Y RECURSOS  
MINERALES

Boletín N° 372

Buenos Aires, 2009

**SEGEMAR**  
SERVICIO GEOLOGICO  
MINERO ARGENTINO

**Programa Nacional de Cartas de Peligrosidad  
Geológica de la República Argentina**

**1: 250.000**

**Hoja de Peligrosidad Geológica 4366 - II  
Puerto Madryn  
Provincia del Chubut**

**Autores: Gustavo Julio Ichazo  
Marta Jones**

**Geomorfología: E.F. González Díaz  
Clima: Pilar Álvarez y aporte del Centro  
Regional Patagónico (CENPAT)  
Revisión general: Roxana Chávez y Omar Lapido**

**Dirección de Geología Ambiental y Aplicada**

**IGRM - SEGEMAR**

## **CONTENIDO**

- 1. Resumen**
- 2. Introducción**
  - 2.1. Características geográficas**
  - 2.2. Breve síntesis histórica y población**
  - 2.3. Características climáticas**
  - 2.4. Características geológicas regionales**
- 3. Metodología de trabajo**
- 4. Contenido e información básica**
  - 4.1. Topografía y pendientes.**
  - 4.2. Recursos mineros y depósitos antrópicos.**
  - 4.3. Hidrología superficial.**
  - 4.4. Litología.**
  - 4.5. Geomorfología.**
  - 4.6. Procesos activos**
    - 4.6.1. Procesos Geodinámicos Internos**
    - 4.6.2. Procesos Geodinámicos Externos**
      - 4.6.2.1. Erosión y Sedimentación Fluvial**
      - 4.6.2.2. Erosión y Sedimentación Litoral**
      - 4.6.2.3. Remoción en Masa**
      - 4.6.2.4. Erosión de Suelos**
      - 4.6.2.5. Expansión y Contracción de Arcillas**
      - 4.6.2.6. Inundación y Aluviones**
- 5. Procesos Antrópicos**
- 6. Contaminación**
- 7. La Problemática de la Ciudad de Puerto Madryn y sus alrededores**
- 8. Acciones para mitigar la Peligrosidad en las zonas urbanizadas**
- 9. Criterios para la evaluación de la Peligrosidad potencial**
- 10. Mapa de Peligrosidad Geológica**

## **BIBLIOGRAFÍA**

### **ANEXO I Fichas De Peligrosidad Geológica**

### **ANEXO II Mapas**

## 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 4366-II (Puerto Madryn) a escala, 1:250.000. Para la generación de la misma se recopilaron los antecedentes cartográficos y se han elaborado una serie de mapas que incluyen la información básica para la estimación de la peligrosidad actual y potencial del territorio. Las diferentes cartas que se elaboraron fueron: pendientes; recursos mineros y modificaciones antrópicas; hidrología superficial; litológica; geomorfológica y de procesos geológicos. También se han confeccionado esquemas auxiliares a escala 1:1.000.000 de características meteorológicas, densidad de población y un esquema geológico regional a escala 1:2.500.000. A partir de estos mapas se confeccionó la Carta de Peligrosidad Geológica, en esta evaluación se analizaron los efectos de los procesos naturales que generan situaciones de peligrosidad para el desarrollo de actividades humanas, obras, sistemas de servicios u otros hechos culturales en general. La determinación de las causas para prevención resulta otra de las motivaciones para definir situaciones de peligro geológico.

En un principio se analizó el medio ambiente físico, se definió la dinámica de los agentes exógenos locales y se buscó determinar todas las variables que pueden intervenir en los procesos que producen inestabilidad para la permanencia de obras.

Las acciones de los agentes erosivos hídricos, fluviales y marinos participan con mayor dominio sobre el resto los procesos

analizados.

Las escasas precipitaciones registradas en el litoral y en casi toda la Patagonia costera, tienden a engañar a quien no conoce la torrencialidad de éstos fenómenos, la condición de clima árido de la estepa patagónica hace que los “aluviones” y las inundaciones sobre los valles fluviales, zonas de cauces temporarios y depresiones sin salida generen la mayor cantidad de situaciones de peligrosidad en la zona continental. Esta incluye al área costera y a la zona de niveles terrazados vecinos. Las inundaciones se asocian a las zonas de valles, planicies de inundación o bajos y se originan en procesos unitarios. Se generan situaciones de crecidas repentinas relacionadas con grandes tormentas, de tipo flash-floods y, por otro lado, hay un factor antrópico vinculado al crecimiento urbano en los espacios de desarrollo hídrico de los cauces.

Sobre la costa hay situaciones de erosión, aporte y deriva costera de sedimentos en algunos sectores localizados, que afectan mayormente el sector urbano en las zonas sin barrancas y la zona sur de canteras.

La definición de zonas de peligrosidad, la clasificación de los procesos intervinientes y su categorización, permiten proyectar obras y establecer procedimientos de prevención en el presente. El conocimiento integral de la Hoja también permite definir y prevenir acciones futuras sobre el medio, así como determinar interferencias o efectos negativos sobre el desarrollo o la traza de nuevas obras en un medio que tiende a expandirse constantemente en lo urbano, sobre el área rural y con las vinculaciones de sistemas complejos de servicios.

## 2. INTRODUCCIÓN

Los principales procesos modeladores del paisaje geológico en nuestra zona de trabajo son la erosión y acumulación marina y la remoción en masa sobre el borde continental; internamente la acción eólica y fluvial modela el paisaje de mesetas y bajos.

Las acciones de los procesos formadores del relieve, están vinculadas con los procesos climáticos, los procesos erosivos, los “aluviones” o crecidas de ríos y cualquier otro relacionado con la geodinámica externa. En esta área prácticamente no tienen acción los peligros naturales asociados a los procesos internos de la actividad terrestre como los terremotos o las erupciones volcánicas.

La filosofía de trabajo que orienta estas cartas específicas atiende a conocer las amenazas naturales para poder diseñar medidas de tipo estructural o de planeamiento que atenúen o disminuyan los efectos perjudiciales principalmente de los procesos naturales violentos.

Los procesos naturales que afectan la corteza terrestre interactúan con las personas, las actividades productivas y las construcciones u obras en general. Su conocimiento y difusión permiten el accionar de los planificadores privados y públicos. En lo político permiten el ordenamiento del territorio, la protección de los bienes y el desarrollo de legislación o de regulaciones.

La sistematización de la información, los datos de campo y la cartografía resultante permiten obtener un documento unificado y de fácil lectura para interpretar los procesos geológicos naturales y su acción sobre las actividades humanas.

Unos de los objetivos principales es establecer las zonas de peligrosidad fijando relaciones entre los procesos

naturales y las actividades humanas y productivas del área evaluada, para lo cual se genera una base de información. Esta información está orientada a facilitar las gestiones administrativas, coordinar obras, y fijar políticas de crecimiento urbano que permitan programar trabajos futuros, relevamientos de detalles o mejoras de defensas en las zonas más afectadas. Asimismo esta información contribuye al inventario nacional de peligros y riesgos geológicos de la Argentina.

### 2.1. Características Geográficas

La zona de trabajo se ubica entre los paralelos 42° 00' y 43° 00' de latitud Sur y entre los meridianos de 64° 30' y 66° 00' de longitud Oeste, en la zona costera de la Patagonia árida. La ubicación administrativa de la Hoja se establece sobre cuatro departamentos de la Provincia del Chubut. Toma la totalidad del departamento Biedma, el norte de Rawson, el NE de Gaiman y una delgada franja del extremo este de Telsen.

La zona comprende un solo centro urbano de importancia que es la ciudad de Puerto Madryn. Hacia sus alrededores se desarrollan núcleos pequeños aislados como son las estancias de la zona, algunas canteras o centros de servicios que no tienen población significativa.

Al este se desarrolla el sector litoral de la costa del Mar Argentino en el Océano Atlántico Sur. La Hoja abarca respectivamente en sus extremos NE y SO a los Golfos San Matías y Nuevo.

El área de estudio se sitúa en plena Patagonia árida costera, 1.400 kilómetros al sur de Buenos Aires que es la ciudad capital del país y se encuentra a 2.100 kilómetros al norte de Ushuaia (en la Isla de Tierra del

Fuego) que es la ciudad más austral de Argentina. Los Andes Australes están a 500 kilómetros al oeste y allí se ubican las cabeceras del Río Chubut que es el que permite la dotación de agua potable y/o riego para viviendas de la Ciudad de Puerto Madryn.

El extenso acueducto de 65 km que toma el agua sobre la localidad de Trelew, en el valle inferior del río Chubut (VIRCH), hace que existan vinculaciones extensas e indirectas sobre la peligrosidad geológica de la población y los bienes de esta área.

El océano que está próximo suaviza los rigores del clima en verano o en invierno, sobre todo en el borde costero. La relativa tranquilidad del golfo Nuevo y las ventajas de un buen calado se aprovechan en el Puerto Almirante Storni.

Se accede por tierra a través de la Ruta Nacional N° 3. Esta ruta también la relaciona con el sur del país. Los vínculos con el oeste de la provincia se realizan atravesando la Ciudad de Trelew y luego prosiguiendo por la Ruta Nacional N° 25 y otras secundarias.

La ciudad se considera la salida natural de pobladores y productos de todo el norte de Chubut a través de la Ruta Provincial N° 4. Ésta enlaza a las localidades de Telsen, Gan Gan, Gastre, Sepaual y otros parajes vecinos.

## **2.2. Breve Síntesis Histórica y Población**

La región de Puerto Madryn se ocupó en forma permanente a partir de la década de 1880 con la llegada de la inmigración galesa hacia el valle inferior del río Chubut, ubicado a unos 60 kilómetros al sur. El resto del sector de la hoja que

comprende el área de trabajo de evaluación, tuvo una ocupación discontinua e irregular para desarrollar el poblamiento rural y las explotaciones ganaderas.

Es conocido que la región patagónica tuvo diversos intentos de generar asentamientos humanos europeos permanentes desde los alrededores del año 1550 en adelante, pero la totalidad de los intentos resultó en el abandono o destrucción de las instalaciones. La ocupación territorial se mantuvo en base a la población americana nativa que practicaba el nomadismo y con una dieta cazadora, basada en la pesca y la recolección de algunos frutos de la tierra.

A mediados del siglo pasado, el 28 de julio de 1865, desembarcaron en Puerto Madryn, un grupo de disidentes políticos y religiosos galeses, arribando al Golfo Nuevo con intención de colonizar esta zona.

El área de Puerto Madryn configuró la puerta de acceso y salida de la producción, de los movimientos poblacionales y de equipamientos; merced a los puertos favorables y de buena capacidad operativa que se han desarrollado en sus costas. Las dificultades de comunicación por tierra facilitaron el desarrollo inicial de esta ciudad como centro local de servicios.

Los problemas en el abastecimiento de agua de buena calidad, dificultaron el desarrollo urbano y el desarrollo de forestaciones para proteger el sector de los fuertes vientos. El abastecimiento inicial de agua se lograba mediante jagüeles o pozos cavados en los medanales costeros, éstos proporcionaban agua de calidad aceptable, algo salobre y de poco rendimiento. Posteriormente hacia 1880, el FFCC Patagónico unió la localidad

portuaria con el valle inferior del río Chubut y se logró un abastecimiento regular con vagones tanque. En la década del 60 se estableció un sistema complejo de provisión de agua con toma en el río Chubut (en Trelew), planta purificadora y bombeo a Puerto Madryn con un sistema local de almacenamiento y distribución. Los equipamientos se han modificado periódicamente y a la fecha se cuenta con una provisión adecuada, con buena calidad y dotación, aunque presenta cierto déficit en verano por el exceso de consumo.

Desde su nacimiento la ciudad se mantuvo con un crecimiento demográfico bajo hasta la década de los años 60, apoyada en un perfil económico agropecuario y comercial. A partir de esa década la instalación de la Planta de aluminio de ALUAR, empresas de servicios y el

desarrollo portuario y pesquero generaron profundos cambios que se caracterizaron por un incremento de la productividad y por un activo proceso de asentamientos poblacionales locales (de carácter provincial), extraprovinciales y, en menor medida, desde países limítrofes. Actualmente, en el ámbito regional, la zona evaluada presenta muy baja densidad poblacional en todo su desarrollo territorial a excepción del área urbana e industrial de Puerto Madryn, donde se concentra la gran mayoría de su población.

El trabajo de evaluación de peligrosidad abarca cuatro unidades administrativas de la provincia del Chubut, ocupa gran parte de Biedma, el este de Telsen, el NE de Gaiman y el norte del departamento Rawson. La ciudad de Puerto Madryn comprende la casi totalidad de habitantes del departamento Biedma

### **CENSO DE POBLACIÓN Y VIVIENDAS - CHUBUT** **Habitantes y Viviendas por Departamentos 1991-2001**

DEPARTAMENTOS	Población 1991	Población 2001	Viviendas 1991	Viviendas 2001
Biedma	45.494	58.640	14.734	15.888
Gaiman	8.209	9.608	3.114	2.876
Rawson	100.243	115.944	30.829	32.518
Telsen	1.636	1.775	741	593

Fuente: INDEC. Censo Nacional de Población y Vivienda 1991 y Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas 2001.

**CENSO DE POBLACIÓN - CHUBUT**  
**Superficie y densidades de población Años 1991- 2001**

DEPARTAMENTOS	Superficie Km <sup>2</sup>	Densidad hab/km <sup>2</sup> (2001)	Distribución espacial de la población en % (1991)	Distribución espacial de la población en % (2001)
Biedma	12.940	4,5	12,7	14,2
Gaiman	11.076	0,9	2,3	2,3
Rawson	3.922	29,6	28,1	28,1
Telsen	19.893	0,1	0,5	0,4

Fuente: INDEC. Censo Nacional de Población y Vivienda 1991 y Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas 2001.

Los datos del Censo Nacional de Población de 1980, señalaban para el departamento de Biedma, con 12.940 km<sup>2</sup>, un total de 20.478 habitantes (Fuente: INDEC). En 1991, llegaba a 45.494 habitantes, distribuidos en 23.125 varones y 22.369 mujeres. Los datos del Censo 2001, señalan 58.640 habitantes; 13.146 más que el Censo anterior, distribuidos en 29.245 varones y 29.395 mujeres. Estas cifras indican cómo se incrementó el número de habitantes en dicha unidad administrativa, determinando la tasa de crecimiento intercensal, para los períodos mencionados.

Particularmente, los habitantes de la ciudad de Puerto Madryn en el 2001 llegan a 57.571, lo que muestra que casi toda su población departamental se concentra en la zona portuaria. La ciudad ocupa una superficie de 414 km<sup>2</sup> que representa el 3,20 % de la superficie del total del departamento Biedma.

Para verificar la evolución demográfica se complementaron los datos del INDEC, con los datos poblacionales aportados por la evolución de hechos vitales de la Zona Sanitaria NE. de la provincia del Chubut. Esta última incluye población rural y es algo mayor que el departamento Biedma pero se puede asimilar perfectamente a los objetivos de este trabajo. Indican que desde el año 1991 a 1995 la población creció en 6.377 habitantes. Para 1991 se registraban 49.141 habitantes y para 1995 llegaban a 55.518 habitantes.

En el año 1995 (noviembre) la Dirección de Estadística y Censos de la Provincia realizó la “Encuesta Permanente de Hogares” en Puerto Madryn, los datos fueron procesados por el INDEC. Se determinó que la población económicamente activa (PEA) es de 20.361 habitantes, discriminados en 7.492 mujeres

y 12.869 varones. El criterio seguido en la determinación no incluye segmentación o definición de categorías a priori, solo se consideró activos laboralmente a quienes se encuentran ocupados, sin límites de edades inferior ni superior. No se dispone de un análisis por categorías de edad actualizado para obtener la PEA con otra metodología sobre el total de habitantes del área administrada por la Municipalidad.

La proyección a 1996 indicaba un crecimiento menor que el registrado por la tasa intercensal 1980/1991 que fue de 110,2 % para todo el Departamento y de 115,5 % para Puerto Madryn (ciudad). Tomando los datos de la Zona Sanitaria NE. para el período 1991-1995, se ha calculado la tasa de crecimiento en el orden de 13 % (3,25 % en promedio por año). Finalmente se puede interpretar un valor actualizado apoyado en la proyección para 1999 que indica un total de 22.916 habitantes económicamente activos, calculando la tasa de crecimiento en el orden del 3,0 % en promedio por año desde 1996.

Se interpreta que un crecimiento menor es el resultado de una sumatoria de efectos socioeconómicos adversos en la región que desalentaron la sostenida migración y generaron un crecimiento cercano al vegetativo.

### **2.3. Características Climáticas**

La definición de los parámetros climáticos se ha establecido reuniendo una amplia base de datos propios y de diferentes autores y tomando como referencia a Coronato (1995, Reunión de Campo de CADINCUA) y datos del CENPAT y de la estación meteorológica del Centro

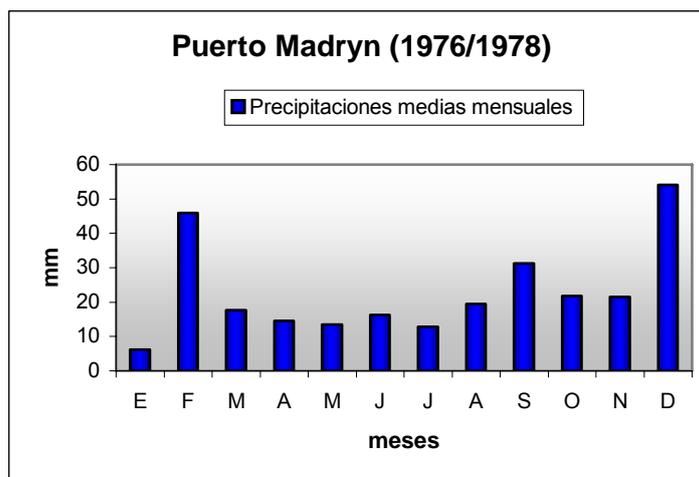
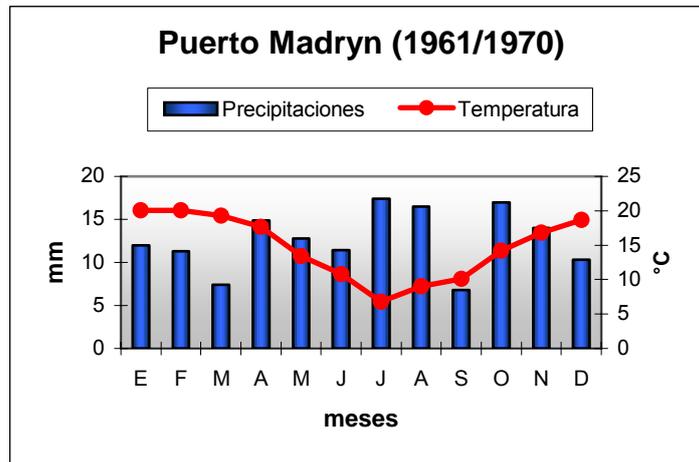
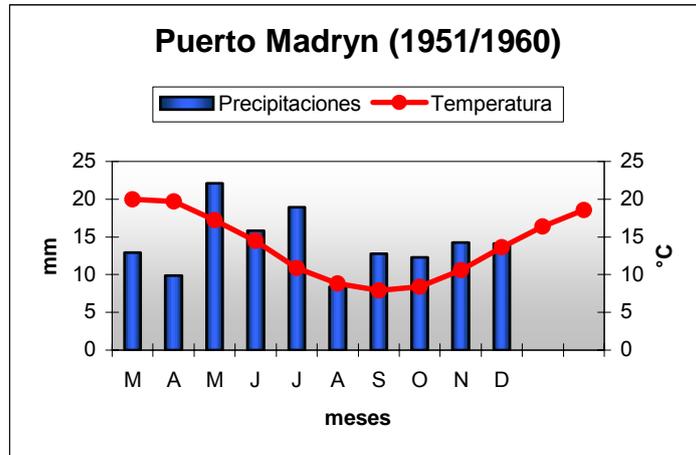
Nacional Patagónico – CONICET.

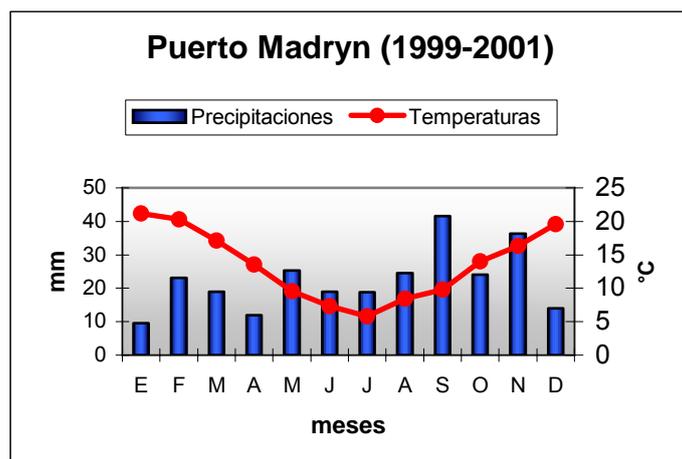
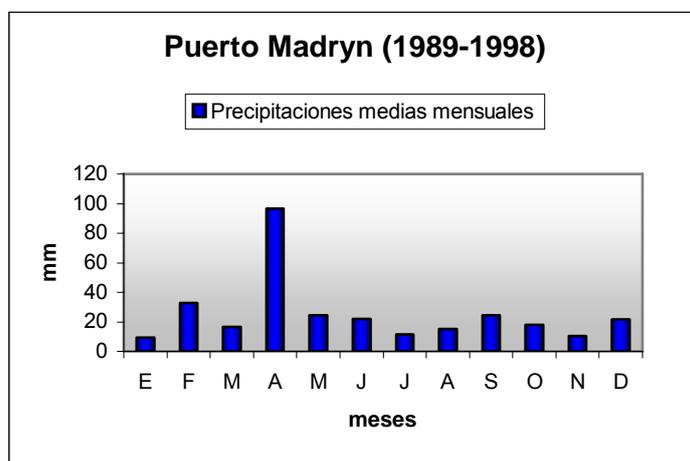
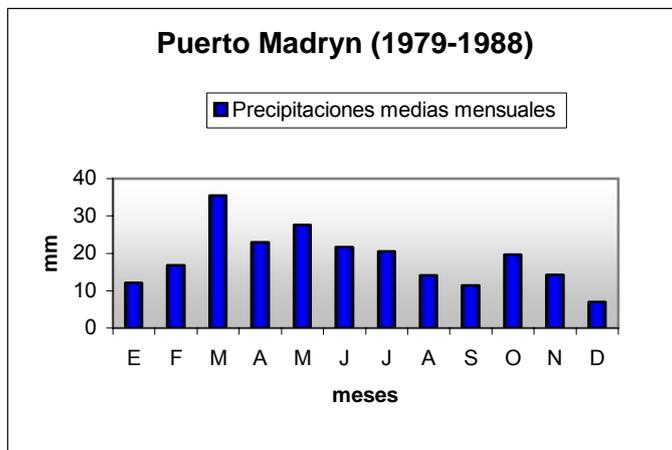
En esta Hoja, por su situación geográfica, el clima tiene las características áridas de la región, atemperadas por la proximidad del mar y por estar ubicada a sotavento del último escalón de la meseta patagónica. La zona según el sistema de clasificación climática de Kopen-Geiger se clasifica como bsk, lo que significa que se trata de un clima seco y frío.

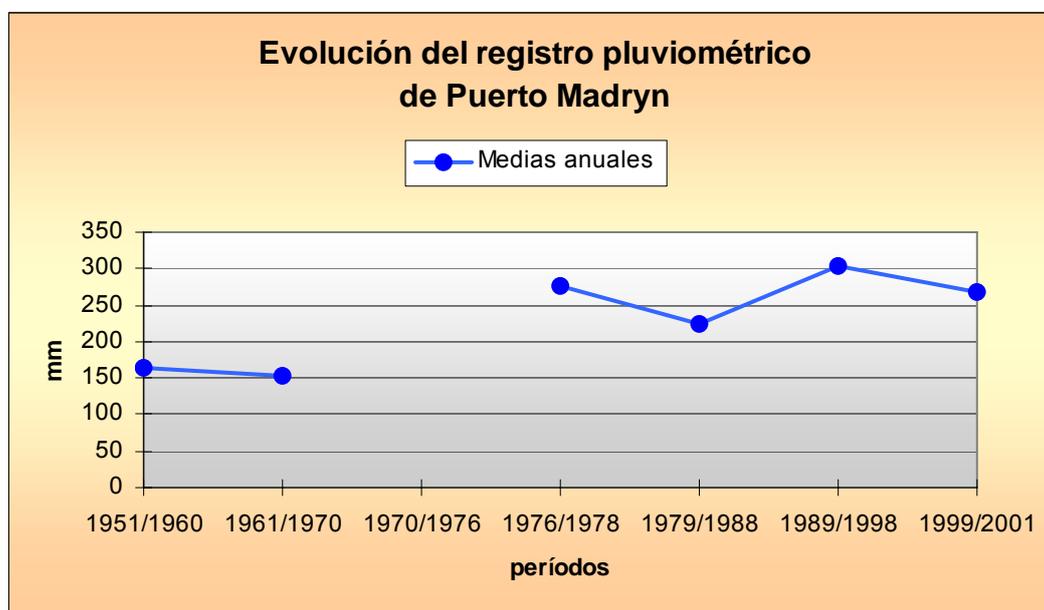
#### **Precipitación**

La precipitación media anual ha tenido una variación apreciable durante las últimas décadas. Según las estadísticas del Servicio Meteorológico Nacional, la precipitación media anual del período 1910-1950 era 172,8 mm. Según los registros del Centro Nacional Patagónico – CONICET, del período 1982-2001, el valor medio anual de la precipitación es de 235,9 mm, lo que representa un aumento del 36% a lo largo del siglo XX.

Los totales anuales de precipitación muestran una gran variabilidad interanual, reflejado en un desvío estándar de 95 mm. Los años 1986, 1988, 1989 y 1996, fueron de muy escasa precipitación: valores cercanos a 100 mm anuales, mientras que los años 1992, 1997, 1998 y 1999 tuvieron valores cercanos a los 350 mm. Distribuida casi uniformemente a lo largo del año, la precipitación presenta un máximo relativo en abril de 32,6 mm y un mínimo relativo en enero de 10,5 mm. En los meses de febrero a junio inclusive la precipitación mensual es superior a los 20 mm. Una precipitación extraordinaria ocurrió el 23 de abril de 1998 y marcó el día más lluvioso del período 1982-2001.







Las lluvias mantienen el predominio invernal que presentan en casi toda la Patagonia pero sobre la costa no es tan marcada su estacionalidad. Se presenta más marcada hacia el interior sobre el oeste de la hoja.

Las lluvias, convectivas que ocurren en la estación veraniega en general, se presentan en uno o dos eventos anuales de importancia y pueden determinar una gran actividad erosiva. Sobre el sector sureste de Puerto Madryn, Coronato y Del Valle (1993) comprobaron que el 63% de la erosión hídrica ocurrida en el período de análisis (16 meses) se debió solamente a dos tormentas de tipo estival.

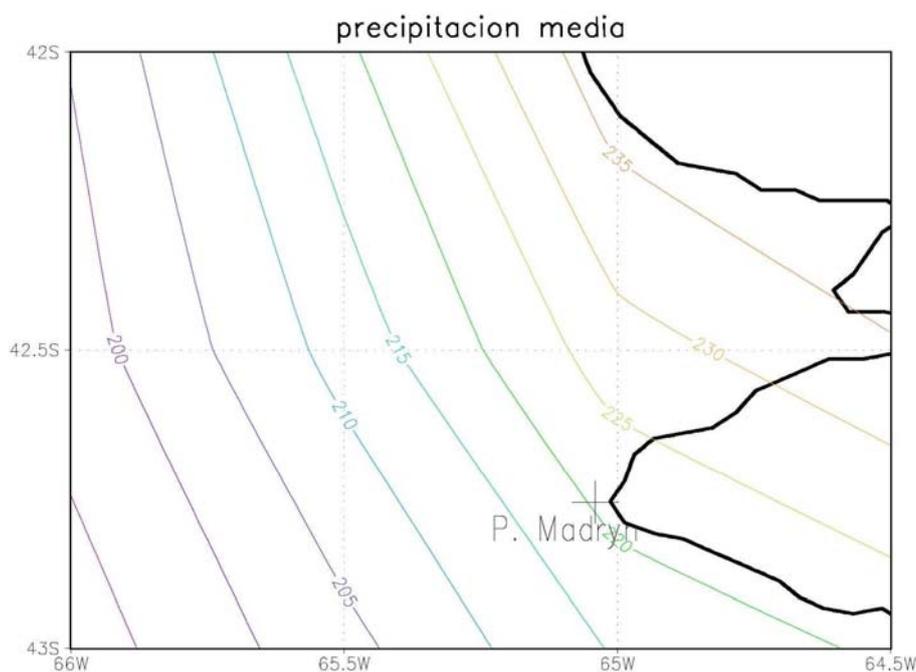
Las tormentas intensas tienen una presentación no definida en el tiempo y por ello no se puede establecer una recurrencia de presentación para Puerto Madryn. Recordemos que el 23 de Abril de 1998 se registró un total de 143.9 mm, siendo este el día más lluvioso del período 1982-2001, mientras que en la ciudad de Trelew, que es la estación más cercana, sobre este evento hidrológico extraordinario el registro fue de 156 mm. Las lluvias extraordinarias presentadas en esa localidad vecina, donde existe mayor cantidad de registros, nos proporcionan valores de referencia de buen tenor para proyectos o evaluaciones de peligrosidad hídrica sobre obras y bienes

### PRECIPITACIONES MÁXIMAS DIARIAS

<b>AÑO</b>	<b>PRECIPITACIONES en mm</b>
1934	28
1940	45
1949	53
1976	89
1985	57
1990	34
1991	64
1992	38
1995	59
1997	38
1998	156

### TORMENTA EXTRAORDINARIA DEL 23 AL 24 DE ABRIL DE 1998 TRELEW. CHUBUT

<b>Tiempo (hs.)</b>	<b>T (minutos)</b>	<b>PP acumulada (mm)</b>	<b>PP parcial (mm)</b>
0	0	---	---
6	360	5.0	5.0
12	720	16	11.0
18	1080	49.0	33
24	1440	67.4	18.4
30	1800	78.9	11.5
36	2160	128.2	49.3
42	2520	171.0	42.8
48	2880	215.6	44.6
54	3240	230.1	14.5



Esquema generado por CENPAT 2007

## Temperatura

La temperatura media anual, según el registro de la estación meteorológica del CENPAT, es 13,5°C variando entre 5,8°C en el mes julio y 21,2°C en el mes de enero para el período 1999-2001. Las medias mensuales de las temperaturas máximas y mínimas diarias acompañan el ciclo anual de la temperatura media. El mes de julio tiene la menor temperatura mínima: 1°C, y el mes de enero la mayor temperatura máxima: 27,5 °C.

Las temperaturas son de distribución homogénea en toda el área ya que no hay grandes diferencias de altitud. En cambio son importantes las amplitudes térmicas, tanto mensuales como diarias. Éstas reflejan muy bien la rápida disminución de la influencia del mar hacia el oeste.

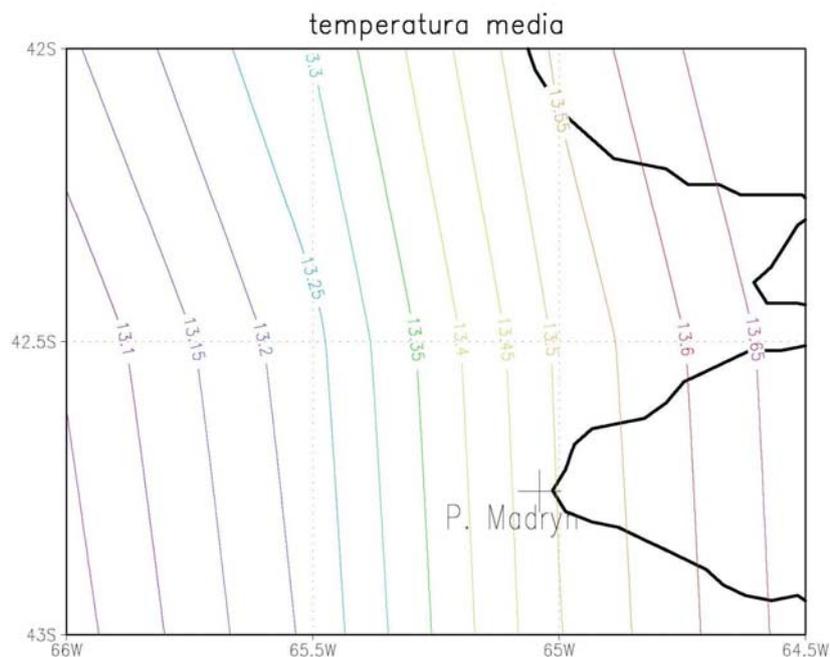
Las variaciones de temperatura del

suelo se midieron en la Ea. Sarasa a unos 45 km al NO de Puerto Madryn durante el período 1993/94 en diferentes ámbitos y situaciones.

Las condiciones de frío máximo registrado permiten determinar 49 días con temperaturas negativas y, a 3 cm de profundidad sobre suelo desnudo, se registraron 31 ciclos de hielo-deshielo. Bajo montículos menores se registraron solamente 15 eventos en igual período de análisis.

Los congelamientos registrados en ese período no duraron más de 24 horas, sin embargo en los pasados años de 1984-85 se registraron períodos de hasta 25 días continuados con suelos congelados hasta 20 cm. Las bajas temperaturas afectaron molinos y aguadas generando intensa

mortandad de animales.



Esquema generado por CENPAT 2007

### Viento

La circulación de la atmósfera que prevalece en la región está fuertemente influida por la presencia de dos extensos sistemas de alta presión o *anticiclones quasi-estacionarios* ubicados a ambos lados del continente en los océanos Pacífico y Atlántico aproximadamente en 30°S, y por un cinturón de bajas presiones o *vaguada circumpolar*, localizado aproximadamente en 65°S. La persistencia de estos sistemas de presión durante todo el año determina una mayor proporción de vientos del oeste y sudoeste. Al sur de 45°S, el flujo medio es marcadamente del oeste. El frecuente pasaje de *ciclones* y *anticiclones migratorios* embebidos en esta corriente dominante, produce fluctuaciones en la dirección e intensidad del viento.

La velocidad media anual del viento

es de 4,6 m/s (16,6 km/h). Este es un valor algo inferior al de la localidad vecina de Trelew (6,6 m/s), debido al efecto reparador que ejerce la meseta sobre la ciudad, ubicada casi al nivel del mar. La variación de la velocidad media del viento a lo largo del año es muy pequeña, con un máximo en diciembre de 5,4 m/s (19,4 km/h) y un mínimo en mayo de 4,1 m/s (14,8 km/h). Durante todo el año las direcciones más frecuentes desde donde sopla el viento son los sectores sudoeste y oeste, sumando aproximadamente un 38% en verano y más del 50% en invierno.

La erosión eólica se restringe por el reparo de los arbustos y es más pequeña que en sectores del sur y centro de la provincia. Hay sitios de suelo desnudo con alta concentración de rodados que configuran pavimentos del desierto con presencia de ventifactos y montículos de acumulación.

Estos indicadores señalan la permanencia de estos procesos de erosión como agentes formadores de geformas.

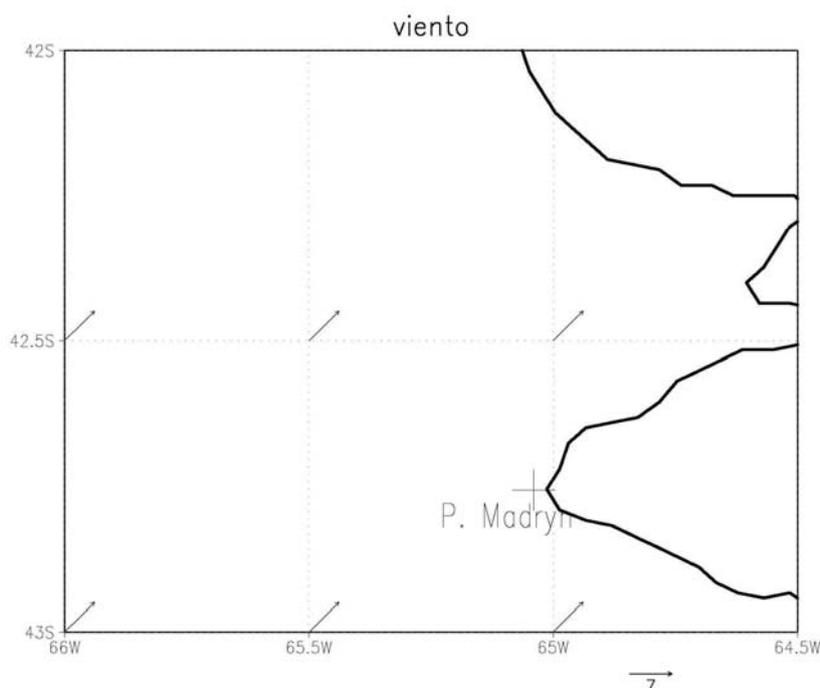
Los procesos de congelamiento invernal o estacional generan un proceso de

eliminación gradual de sedimentos finos superficiales por efecto de la combinación de ciclos, la separación de clastos y la voladura de material fino al concluir el período frío.

**Velocidad media del viento (Barros 1986) en km/h (\*)**

Localidad	Verano	Otoño	Invierno	Primavera	Anual
Pto. Madryn	17.9	11.0	12.5	18.9	14
Trelew	26.8	18.9	21.8	27.1	25,9
Punta Delgada	16.1	15.7	13.9	12.9	16,4

(\*) Modificado por Ichazo 2000



Esquema generado por CENPAT 2007

La evaporación a tanque abierto medida en Trelew (al sur de la hoja) alcanza los 1.240mm. anuales. La evapotranspiración potencial de Thornthwaite llega a 762,5 mm/año, con un déficit en relación con las precipitaciones de 599 mm/año. En el balance hídrico para el

invierno, se registra un superávit promedio de 3,1 mm para el mes de julio, con días nublados y el sol con bajo ángulo de incidencia de los rayos.

Si bien el agua aportada por las precipitaciones es de poca significación relativa para el sistema hidrológico

subterráneo, hay eventos periódicos que aportan pequeños caudales al sistema. En las zonas urbanas de Puerto Madryn las lluvias tienen poca importancia relativa en el sistema del agua natural freática y adquieren mayor significado los aportes antrópicos. En las zonas bajas cercanas a la costa la elevación de napas y la contaminación por aportes desde las cloacas constituyen un problema creciente.

#### 2.4. Características Geológicas

Para la caracterización de las unidades geológicas del área de estudio, se siguió la descripción de la Hoja Geológica realizada por Haller y otros (1997). La Hoja 4366-II Puerto Madryn está situada en el margen oriental del Macizo Nordpatagónico, una comarca caracterizada por una tectónica relativamente simple.

La geología de la comarca está caracterizada por metamorfitas precámbricas-paleozoicas, sedimentitas y plutonitas paleozoicas, vulcanitas y rocas asociadas de edad mesozoica y sedimentitas cenozoicas.

Las ectinitas El Jagüelito constituyen el basamento de la región y corresponden a rocas metamórficas, aflorantes en el sector de la salina Chica y al norte de la intersección del gasoducto austral con la ruta provincial N° 4. Están cubiertas mediante discordancia por sedimentitas silúricas de la Formación Sierra Grande (centro norte de la Hoja) e intruida por las plutonitas del Paleozoico Superior. La Formación Sierra Grande está compuesta por areniscas, pelitas y piroclastitas, la misma ha sido plegada y se observan fallas que afectan a dicha unidad. Las rocas plutónicas del paleozoico superior corresponden a pequeños afloramientos

(Granito La Irene y Diorita Méndez). La Formación Sierra Grande está cubierta en discordancia angular por la Formación Marifil, de edad jurásica, la cuál aflora en el sector centro-occidental y nor-occidental de la Hoja. Son tobas, acompañadas por lavas e intrusivos someros generalmente de composición riolítica. Estas rocas volcanogénicas se encuentran con rocas epiclásticas con evidente aporte piroclástico, conformando bancos de reducido espesor.

Las areniscas del Grupo Chubut, próximas a la laguna La Salina, fueron asignadas al Cretácico Superior y se apoyan en discordancia angular sobre las vulcanitas de la Formación Marifil. En otros sitios, también por encima de dichas vulcanitas, se encuentran asomos aislados y de escasa potencia que corresponden a la Formación La Colonia, al este y noroeste de la estancia Cochicó y en el sector suroeste de la Hoja (Sierra Chata y Cerro de la Pava). Estos asomos son bastante diferentes, pero en general están constituidos por areniscas, areniscas tobáceas, arcillitas y calizas con fragmentos de conchillas fósiles. Los afloramientos de la Formación Arroyo Verde, que se apoyan sobre las vulcanitas jurásicas, constituyen remanentes de erosión de tamaño muy reducido, ubicados en el sector norte de la Hoja. Dicha unidad se asigna al Eoceno y está constituida por areniscas calcáreas, calizas con abundantes conchillas fósiles y conglomerados.

Como Formación Gaiman se identifican a las pelitas de naturaleza cineríticas, de color blanquecino, asignadas al ciclo marino Patagoniano del Eoceno superior-Oligoceno, que afloran en el sector septentrional de la Patagonia; son correlacionables con el Grupo o Formación Patagonia en la Patagonia austral. Los asomos de dicha Formación se distribuyen

por la zona costera, encontrándose otros afloramientos en el sector continental adyacente al mar. La Formación Sarmiento (Oligoceno) está constituida por areniscas y chonitas, que afloran en el Bajo de la Laguna Grande y el Bajo de la Estancia Laguna Grande. No se ha observado la base y está cubierta en discordancia erosiva por los Rodados Patagónicos.

En la literatura son conocidas las dos ingresiones marinas como el Patagioniense y el Entrerriense y culminando la serie terciaria las areniscas continentales equivalentes al Rionegrense. El autor de la Hoja Geológica ha tomado la denominación de Formación Puerto Madryn (reemplazando al Entrerriense y Rionegrense) para los bancos de areniscas estériles, los bancos de ostras típicos de zonas de rompientes, junto con equinoideos y cangrejos, las bioturbaciones que indican un ambiente cercano a la costa, que en ocasiones podría quedar expuesto a condiciones subaéreas, con formación de dunas. Los términos superiores de la secuencia son de características continentales, con depósitos de lagunas litorales y yeso. La Formación Puerto Madryn aflora en las barrancas de los golfos San Matías, San José y Nuevo y en otros sitios como cerro Avanzado y barrancas Blancas. Dicha Formación es asignada al Mioceno medio-superior, apoyándose en discordancia de erosión sobre la Formación Gaiman y se halla cubierta también en discordancia de erosión por los Rodados Patagónicos.

Los Rodados Patagónicos son los depósitos que coronan la superficie mesetiforme y que constituyen el nivel de agradación más alto, extendiéndose desde el ángulo suroccidental de la Hoja en dirección noreste hasta alcanzar la costa del golfo San

Matías. Estos depósitos están conformados por conglomerados con cemento calcáreo, niveles de grava con una importante continuidad lateral, en ocasiones aparecen bancos de areniscas y presencia de crioturbaciones. La potencia de dicha unidad alcanza los 8 m de espesor, pero en las comarcas situadas próximas a la costa del mar, estos depósitos se encuentran en estado avanzado de erosión.

Los depósitos de gravas limo-arenosas y los limos arenosos que constituyen un segundo nivel de agradación, corresponden a la Formación Eizaguirre y se extienden desde Puerto Lobos hasta el cerro Mesa. Constituyen abanicos aluviales, bajadas y llanuras aluviales, asignados al Pleistoceno superior temprano. Dicha Formación se encuentra cubierta en discordancia angular por la Formación Caleta Valdés o, en la zona de estudio, por la Formación Puerto Lobos constituida por los conglomerados que conforman los cordones litorales del Pleistoceno superior, del extremo nororiental de la Hoja. En cuanto a la posición topográfica, se encuentran en un nivel por encima de los cordones litorales holocenos.

La Formación Bajo Simpson, son depósitos fluviales que tapizan la depresión del bajo homónimo y está constituida por gravas, arenas y limos. No se conoce su base, pero su cubierta presenta un grado de edafización importante; la misma es asignada al Pleistoceno.

Las gravas y arenas con abundantes fragmentos fósiles, ubicadas a poca altura por encima de los depósitos de playas actuales, fueron denominadas Formación San Miguel y corresponden a todos los depósitos de playa y de cordones litorales elevados de las márgenes de los golfos Nuevo, San José y San Matías.

### 3. METODOLOGÍA DE TRABAJO

Para la realización de la carta de peligrosidad de esta zona se consideró la información existente y se realizaron relevamientos de campo referidos al medio físico, a los agentes climáticos, a las variables de la dinámica costera del litoral atlántico y a las relaciones de la dinámica externa con los factores geológicos formadores de áreas positivas. También se incluyó la influencia de los sismos y de la actividad volcánica.

Con esta base se desarrolló una cartografía que permite reconocer en el espacio los procesos y la dinámica de las vinculaciones de los agentes erosivos con los terrenos.

La información básica fue procesada y se recopilaron datos sobre los procesos actuales o antiguos en zonas afectadas y se construyó un mapa de procesos activos y potenciales. Estos datos, que son una de las bases de partida en la interpretación y del estudio de situaciones de peligrosidad, no siempre están fácilmente disponibles y se cuenta con datos completos y actuales desde las dos últimas décadas.

Sobre los fenómenos de precipitaciones y avenidas de agua, se recopiló información sobre los factores que controlan y condicionan su desarrollo en el terreno.

Se prestó especial atención a la afectación y a los impactos de los agentes exógenos sobre el medio sociocultural, el desarrollo urbano, las redes de infraestructura o comunicaciones.

Se ha mantenido el formato a escala 1: 250.000 para cada uno de los mapas individuales debido a que se perdía claridad y definición de los procesos si se realizaba una carta resumida o sintética con pequeños

mapas auxiliares.

En el caso particular de la ciudad de Puerto Madryn y sus alrededores se observó una pérdida de información por efecto de la reducción de escala. El reducir los mapas auxiliares no permitía identificar las áreas y se perjudicaba la interpretación de los procesos de peligrosidad sobre áreas pobladas o sobre infraestructura de servicios.

Se hicieron algunos ajustes metodológicos sin apartarse de la Normativa vigente y se realizó un contenido compuesto por el mapa específico, la leyenda con su simbología, la información complementaria, esquemas de ubicación y textos explicativos en general. Con estos datos se realizó finalmente un mapa que resume las áreas de peligrosidad y el tipo de procesos que se pueden presentar.

El trabajo de relevamiento se complementa con "fichas inventario" que recogen los datos sobre procesos ocurridos o presentes que implican daños, pérdidas, daños de infraestructura o bienes y procesos de peligrosidad. Las fichas se complementan con imágenes fotográficas que amplían el texto. Permiten una correcta ubicación con los datos de coordenadas Gauss Krugger para obtener un posicionamiento definido y lograr una buena ubicación para las bases de datos.

#### **4. CONTENIDO E INFORMACIÓN BÁSICA DE LOS MAPAS**

La documentación, los datos de campo y las cartas complementarias se adaptaron a la escala de trabajo a partir de verificaciones, mediciones directas, análisis o adaptación de la información existente. Se elaboraron diferentes mapas y cartas para interpretar la peligrosidad en la hoja:

1. Topografía y pendientes.
2. Recursos mineros y depósitos antrópicos.
3. Hidrología superficial.
4. Litología.
5. Geomorfología
6. Procesos activos

Los eventos geológicos y los procesos naturales condicionan la mayor o menor importancia para elaborar los mapas específicos. Con la experiencia de las hojas anteriores se determinó la necesidad de reelaborar y, en otros casos, de ampliar la información de las cartas temáticas.

Se debe destacar que los mayores desarrollos de análisis se formularon para geomorfología, para litología y para el análisis de la hidrología.

La zona costera de la hoja, coincidente con la del Golfo Nuevo, presenta una serie de complejidades por el desarrollo de los factores urbanos y las limitantes al desarrollo areal. Allí es donde se concentra la mayor parte de la población, agrupando la red de infraestructura y las actividades socioeconómicas y culturales. Se concentran los caminos, los tendidos de redes eléctricas, los acueductos y los tendidos de los gasoductos produciendo una trama que resulta sensible a las acciones de

los agentes endógenos y a los procesos naturales de alta energía (avenidas de agua, aluviones, crecientes extraordinarias, erosión intensa, etc.)

##### **4.1. Topografía y pendientes**

Se realizó un inventario de antecedentes cartográficos y se completó con levantamientos de campo. Esta carta permite reconocer gráficamente las zonas de relevamientos anteriores realizados con finalidades afines a los objetivos del presente programa. En general se han señalado los trabajos emprendidos por el IGM (Instituto Geográfico Militar), AA. y EE. (ex Agua y Energía Eléctrica), por la Administración Provincial de Chubut, por la Administración de Vialidad Provincial, por la Secretaría de Minería de la Nación, por trabajos realizados por profesionales de la Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco, por el CENPAT (Centro Nacional Patagónico) dependiente del CONICET y por la Municipalidad de Puerto Madryn. (Ver Carta de Infraestructura y Obras de Servicios Públicos, en el Anexo Mapas).

Además se consultaron fotografías aéreas e imágenes satelitales de diferentes períodos de toma.

##### **Fotomosaico Satelital**

Se contó con el apoyo del área de Sensores Remotos del IGRM - SEGEMAR para realizar el ensamblado de las diferentes imágenes LANDSAT que tiene la cobertura del sector de trabajos.

La imagen está confeccionada en

color compuesto con un buen realce de las zonas húmedas y cursos temporarios. Se combinaron las bandas 1, 4 y 7 para este levantamiento.

Para el trabajo a escala 1: 250.000, la imagen permite reconocer con buena precisión los niveles terrazados, la dinámica hídrica, los cauces temporarios y bajos endorreicos. El área cubierta es la correspondiente a la Hoja 4360 - II PUERTO MADRYN y permite el apoyo, la interpretación de especialistas y la actualización cartográfica para las distintas temáticas.

Los trabajos de gabinete fueron realizados por el área de Sensores Remotos. Sobre la base de esta cartografía se realizaron los mapas específicos en la Dirección de Geología Ambiental y Aplicada.

#### Carta de Pendientes

El desarrollo de esta carta, que es uno de los elementos de análisis más frecuente, permite conocer el desarrollo de la superficie y realizar predicciones sobre el comportamiento de los procesos erosivos, permite predeterminar la energía potencial generada por el aporte hídrico de las lluvias y las acciones de las crecientes sobre obras y bienes.

Las zonificaciones de áreas con pendientes similares, se calcularon en base a los desniveles de cada sector y permiten clasificar sectores del terreno susceptibles a procesos de acumulación de agua o de desarrollo de intensa erosión.

El área de potencial peligrosidad de erosión hídrica condiciona el desarrollo de proyectos y, en función de las limitantes, se podrá evitar daños o bien generar obras de control. Las áreas de mayor

peligrosidad se ubican en zonas de pendientes altas y medias asociadas a los procesos de abrasión por agua en períodos de tormenta.

La cartografía elaborada presenta por un lado, una carta planialtimétrica clásica con la red vial y la hidrografía, por otro lado se procesó la carta de pendientes. Ambas tienen como base la hoja de IGM a escala 1:250.000 a la que se le anexó la actualización de datos toponímicos, de las zonas urbanas y rurales.

La carta de pendientes, que presenta una categorización con un significado para la determinación de sitios de peligrosidad, ha sido clasificada en tres categorías con valores de gradiente (i) entre 0 – 10 % Pendiente suave; 10 - 20 % Pendiente moderada y por último la tercera entre 20 y 30 % Pendiente abrupta, en este último se incluyen los acantilados que son verticales a subverticales. (Ver Carta de Pendientes en el Anexo Mapas).

#### 4.2. Recursos Mineros y Depósitos Antrópicos

Se relevaron los sitios de extracción de materiales para canteras y minería. La zona presenta al oeste una variada presencia de canteras para explotación de materiales de rocas de aplicación en bloques y lajas de pórfido de la formación Marifil. Canteras de lajas A1: Piedra Púrpura (fig. 1 a 3); A2: Comipat; A3: Piedras Valdés; A4: Pórfido Malaspina; A5: Techstone; etc. (Ver mapa de recursos mineros).

Hacia el norte se presentan algunas minas de fluorita que constituyen yacimientos de minerales no metalíferos; p.ej. L3: Guanaquito; L5: Guanacote; etc., en la cuenca superior del arroyo Verde.



Fig. 1. Entrada Cantera Piedra Púrpura



Fig. 2 Cantera Piedra Púrpura. Frente Explotación



Fig. 3 Cantera Piedra Púrpura. Bloques terminados

Existen otras canteras de materiales granulares o áridos en general que son de magnitud media a pequeña y tienen influencia local. (ver Fig. 4).



Fig. 4 Cantera de áridos



Fig. 5 Cantera de áridos. Abandonada. Potencial basural

La Dirección de Minas y Geología de la provincia del Chubut tiene asentadas las canteras mayores, pero hay otras de poca importancia minera (o económica) que se presentan en muchos casos abandonadas o no tienen registro legal por lo que algunas se convierten en basurales. (ver Fig. 5). Para nuestro análisis se han contabilizado a fin de registrarlas para fines de potenciales pasivos ambientales para inventariar.

Estas áreas presentan aspectos vinculados con la peligrosidad de anegamiento, asentamientos de obras construidas sobre los rellenos y limitantes de espacio físico para el desarrollo urbano creciente. (Ver Carta de Recursos minerales y depósitos antrópicos en el Anexo Mapas.)

### 4.3. Hidrología Superficial

El análisis realizado en esta carta se desarrolla considerando al sistema

hidrológico en forma independiente de otros aportes de peligrosidad a fin de identificar los sistemas, las cuencas y su desarrollo areal.

Este apartado permite reconocer zonas históricas con presentación de problemas, ubicar lugares de acciones puntuales y planificar acciones para el futuro. Ver la Carta de Hidrología Superficial, donde se marcaron esos sectores que afectan a caminos, huellas o senderos y también a ductos de gas o de agua. (Anexo Mapas).

La zona urbana de la ciudad de Puerto Madryn tiene diferentes problemas de peligrosidad relacionados con la erosión y la depositación hídrica. En su desarrollo areal se presentan situaciones diferentes y con grado variable de afectación. Las inundaciones ocurridas en la zona afectaban frecuentemente a las propiedades y a los servicios existentes y se originaban en lluvias prolongadas o tormentas fuertes.

Los aportes de las precipitaciones al sistema hídrico local actúan desde los niveles terrazados hacia los valles y hacia el amplio anfiteatro de la zona de urbanización de la capital del departamento Biedma. La costa en general presenta salida al litoral atlántico y los bajíos locales tienen sistemas endorreicos.

El sector oriental desagota hacia el mar directamente y el área oeste funciona como un sistema que evacua el agua por evaporación y subordinadamente por infiltración. Es importante el funcionamiento del mecanismo de almacenamiento en el ciclo hidrológico ya sea por acumulación superficial y por infiltración.

Los procesos de peligrosidad de estos procesos se asocian a avenidas de agua, aluviones y remoción en masa generalizada para los sistemas abiertos o encausados del primer caso. Para los sistemas endorreicos el evento de peligrosidad se asocia a inundaciones por aporte de lluvias intensas en zonas cercanas a lagunas o bajos que afectan caminos, puestos o molinos.

#### **4.4. Litología**

La Carta Litológica resulta un producto derivado del mapa geológico pero con una categorización de los materiales de composición y se complementa con datos de campo sobre la estabilidad de los taludes y de los suelos en pendiente.

Las diferencias litológicas permiten identificar zonas con diferente grado de erosión hídrica y eólica, también se pueden identificar zonas de cohesión y de diferente grado de estabilidad geotécnica para fundar obras civiles.

El conocimiento global de materiales

del medio físico permite realizar predicciones sobre los circuitos de recarga regional de acuíferos o de procesos de peligrosidad asociados a la infiltración o circulación subsuperficial.

En la carta elaborada se han definido siete categorías de unidades y materiales litológicos. En el futuro se podrá medir un valor de permeabilidad y definir valores de infiltración y determinaciones auxiliares para evaluar el ciclo hidrológico o realizar un análisis hidrológico de las cuencas.

Se categorizaron los terrenos sobre la base de la clasificación estratigráfica y geológica realizada por Haller y otros (1998) para la Hoja geológica Pto. Madryn. Se unificaron las unidades basándose en el contenido sedimentario, litológico, composicional y por patrones de semejanza de los parámetros hidrogeológicos.

#### **Unidades Litológicas**

Para realizar este apartado se estableció una simplificación y agrupamiento de las formaciones geológicas de acuerdo a las Normativas de Cartas de Peligrosidad sin considerar su rango formacional, luego se confeccionó un agrupamiento por las características físicas y geomecánicas comunes de las rocas y suelo.

Para las unidades de pequeña extensión, con poca expresión de acuerdo con la escala del mapa, se destacaron los casos de una litología particular o que resulte importante de resaltar por su implicancia en los eventos de peligrosidad.

Por otro lado, la denominación y descripción de las unidades o conjuntos litológicos está definida por los nombres de las litologías predominantes o en función de una clase mixta.

Para el trabajo y los objetivos parciales de este apartado no se hace referencia a la edad, origen, ni denominación de las formaciones o unidades litológicas.

Como resultado se establecieron diferentes conjuntos litológicos. (Ver Carta Litológica en el Anexo Mapas.)

#### **I. Depósitos superficiales sin consolidar**

**I a. *Limos Arcillas y Evaporitas***

**I.b. *Gravas, Arenas, Limos y Arcillas.***

**I c. *Conglomerados.***

#### **II. Rocas Sedimentarias**

**II a -*Arcilitas, Limolitas con bancos de areniscas calcáreas y calizas.***

**II b -*Areniscas***

**II c -*Cineritas, Areniscas, Limolitas y Chonitas.***

**II.d.-*Areniscas,Fangolitas y Coquinas.***

#### **V. Rocas volcánicas y volcanosedimentarias**

**V.a-*Lavas riolíticas, andesitas piroclásticas ácidas y rocas hipabisales asociadas***

### **DESCRIPCIÓN DE LAS UNIDADES LITOLÓGICAS**

#### **I. Depósitos superficiales sin consolidar**

**I a. *Limos Arcillas y Evaporitas.***

Constituyen sedimentos muy finos depositados en las depresiones endorreicas. Se trata de limos, limos arcillosos y arcillas de colores castaño claro a gris claro. Asociados a estos sedimentos se encuentran depósitos evaporíticos, entre los que predomina la halita, con un espesor de 1 a 3 milímetros.

#### **I b. *Gravas, Arenas, Limos y Arcillas.***

Esta unidad está constituida por los depósitos aluviales, coluviales y eólicos que cubren sectores diseminados por todo el ámbito de la comarca. Se trata de depósitos no consolidados de color gris claro a castaño claro, cuyo tamaño de grano corresponde a gravas, arena fina a mediana mezclada con proporciones variables de limos, arcillas. Los depósitos aluviales corresponden a abanicos aluviales, bajadas y llanuras aluviales.

En la depresión topográfica del Bajo Simpson, los sedimentos conforman una faja semicircular, con un ancho de hasta 7,5 kilómetros, compuesta por rodados tamaño guija, con arenas y limos.

En el sector situado al sur-sureste de Puerto Madryn se desarrollan médanos activos. Litológicamente es una arena media a fina con participación de fracción pelítica y muy escasa fracción tamaño grava. La composición es cuarzo feldespática, con restos de conchillas.

#### **I c. *Conglomerados***

Es la litología de los “Rodados Patagónicos” que se distribuyen en una amplia superficie mesetiforme que se extiende desde el ángulo sur occidental de la Hoja 4366 II en dirección noreste hasta alcanzar las cercanías de la costa del Golfo San Matías, se incluyen también en esta unidad los materiales psefiticos de los niveles terrazados y de conglomerados cordoniformes de Puerto Lobos.

Se trata de conglomerados polimícticos con matriz arenosa y en los rodados de los cordones se registran restos fragmentarios y enteros de conchillas; se

disponen en forma paralela a la costa actual y la faja de cordones alcanzan hasta 4 km de ancho y el espesor los 8 metros de potencia.

Los Rodados Patagónicos están conformados por bancos de conglomerados polimícticos, con clastos redondeados con matriz areno-arcillo-limosa, en algunos casos con cemento carbonático. Los fragmentos líticos son en general de vulcanitas ácidas y los clastos mayores tienen un diámetro hasta 9 cm, observándose una disminución en el tamaño hacia el noroeste. En la sección inferior de los bancos es apreciable la orientación de las formas discoidales y elongadas. La presencia de crioturbaciones de las cuñas de hielo fósiles son rasgos observados en estos depósitos, como las costras carbonáticas calcáreas y la perturbación de la fábrica original.

## II - Rocas Sedimentarias

### II a - *Arcilitas, Limolitas con bancos de areniscas calcáreas y calizas.*

En esta unidad litológica se agrupan dos unidades geológicas: Formación La Colonia y Formación Arroyo Verde, que tienen similares características geomecánicas en los bancos de calizas y areniscas calcáreas, pero que tienen propiedades geomecánicas netamente diferentes en los bancos de arcilitas y limonitas, que son la base de los perfiles donde aflora la Formación La Colonia. Pero por razones de escala no se separaron estas litologías en el mapa, motivo por el cual tampoco se separaron en el texto, pero se hace la advertencia que donde afloran las arcilitas éstas tienen un comportamiento poco apto para obras de infraestructura y donde sobre ellas están

los bancos duros de coquina, esos sectores son potencialmente áreas de caídas de rocas.

Los afloramientos mejor representados se distribuyen en el sector centro-norte de la Hoja. En general se caracterizan por ser asomos discontinuos y de regular desarrollo areal. Esta unidad está constituida por los siguientes depósitos sedimentarios:

- Areniscas grises medianas a muy gruesas, arcilitas, limolitas y calizas coquinoideas de color rosado con abundantes restos de invertebrados. Estos afloramientos, que predominan en el conjunto sedimentario, se distribuyen en el sector centro-norte de la hoja, al este de la estancia Cochicó, y en el sector sur – occidental en Sierra Chata y cerro de la Pava.

- En el sector de sierra Chata se observan 10 metros de arcilitas de naturaleza motmorillonítica, de color verde claro grisáceo con delgados bancos de areniscas. La secuencia está coronada por 7 metros de calizas de color castaño amarillento mediano con abundantes fragmentos de conchillas fósiles.

- Areniscas calcáreas de color rosado blanquecino a gris rosado con escasos restos de fósiles fracturados, calizas rosadas con abundantes restos de pelecípodos y gasterópodos y subordinadamente conglomerados de colores que varían del amarillo al rojo. Son depósitos que constituyen remanentes de erosión de tamaños reducidos y distribuidos en el sector septentrional del área de estudio. Las sedimentitas de esta unidad representan un ambiente aluvial y un ambiente costero donde coexistían lagunas litorales, ríos y depósitos marinos someros.

### **II b – Areniscas**

Pertencen a los afloramientos del Grupo Chubut, integrado por areniscas de grano mediano a muy grueso que constituyen asomos aislados localizados en la margen oeste y noroeste de la laguna La Salina. Los bancos se encuentran en disposición subhorizontal, con espesores de hasta 6 metros. Se observa la presencia de clastos angulosos a subangulosos de rocas volcánicas, restos de madera opalizada y nódulos ferruginosos de color castaño rojizo.

### **II c -Cineritas, Areniscas, Limolitas y Chonitas.**

Los afloramientos asignados a esta unidad corresponden a un conjunto de sedimentitas epiclásticas con gran aporte piroclástico, cuya denominación geológica corresponde a la Formación Gaiman de origen marino, y a las sedimentitas de naturaleza continental, correspondientes a la Formación Sarmiento; ambas poseen características geomecánicas similares por lo cual fueron agrupadas. Las primeras predominan en el conjunto y constituyen depósitos horizontales a subhorizontales de cineritas, areniscas y limolitas, de color blanquecino, portadores de macro y microfauna no siempre bien conservada. Los afloramientos se extienden principalmente por la zona costera del golfo Nuevo, Golfo San José sobre la margen occidental del mismo y en la costa meridional del golfo San Matías. También se observan asomos aislados en el faldeo oriental de la meseta de Rodados Patagónicos y en el Bajo Simpson. En Barrancas Blancas, en la cercanía de Puerto Madryn afloran 25 metros de tobas

cineríticas de grano fino bien consolidadas, masivas de color gris amarillento.

Los asomos de las sedimentitas de la Formación Sarmiento son escasos y muy poco representativos. Se observan en las barrancas de los bajos endorreicos situados en el extremo suroccidental de la hoja, como el Bajo de la Laguna Grande y el Bajo de la Estancia Laguna Grande. Son bancos que registran un espesor de hasta 6 metros de areniscas arcósicas de color castaño, bien consolidadas de grano fino a mediano que en ocasiones presentan intercalaciones de delgados bancos de areniscas gruesas, continúan por encima chonitas estratificadas en bancos de 1 metro de espesor, de color castaño grisáceo. Presentan aspecto terroso con pequeñas oquedades regularmente distribuidas.

### **II d.-Areniscas, Fangolitas y Coquinas.**

Esta denominación se dio a la Formación Puerto Madryn, descrita por Haller (1997) y que está constituida por bancos subhorizontales de areniscas y limolitas que en algunos casos tienen aporte piroclásticos y bancos con coquinas. Distinguiéndose por sus colores castaño amarillento, naranja y ocre grisáceo respecto de las capas blanquecinas de la anterior unidad descrita que le infrayace. Los estratos son portadores de una fauna marina muy abundante que incluye restos de ostrea patagónica, ostrea alvarezi, ostrea madryna, bivalvos, gasterópodos, colonia de briozarios, de corales y, en menor proporción, equinodermos, ostrácodos y foraminíferos. Otras formas orgánicas encontradas corresponden a huesos de

cetáceos, dientes de raya, troncos opalizados, restos de cangrejos y numerosos rastros de serpúlidos y de otros organismos cavadores, tanto verticales como horizontales.

Los afloramientos de estas sedimentitas se observan en las barrancas de los Golfos San Matías, San José y Nuevo, en el faldeo oriental de la meseta de Rodados Patagónicos en las proximidades de Puerto Madryn. Asomos aislados se distribuyen en el Bajo Simpson, oeste de la laguna La Montosa y al norte de la laguna de Bruno. M. Haller describió varios perfiles en la Estancia Golfo San Matías, en cerro Avanzado y Barrancas Blancas.

## **V. Rocas volcánicas y volcanosedimentarias**

### **Va. *Lavas Riolíticas- Andesíticas, Piroclastitas ácidas y Rocas Hipabisales.***

Este conjunto de rocas predominantemente ácidas de origen volcánico que afloran en el sector centro-occidental y nor-occidental de la Hoja corresponden al denominado Complejo Marifil o Complejo Volcánico Marifil.

A los efectos de la descripción de la Hoja de peligrosidad y siguiendo el criterio de no considerar su rango formacional, sino el agrupamiento de las unidades geológicas de acuerdo a sus características geotécnicas, se reconocen facies piroclásticas, lávicas e intrusivos someros correspondientes al Complejo Volcánico Marifil y se incluyen como subunidad ante las limitadas exposiciones las sedimentitas piroclásticas de la formación Sierra Grande.

Incluye las facies lávicas, de

composición riolítica y andesítica. Las lavas riolíticas predominan en el conjunto y se hallan mejor representadas al pie del cerro Divisadero. Se trata de rocas color rosado claro, de textura porfírica, con fenocristales inmersos en una pasta afanítica. Las lavas andesíticas son bastantes más exiguas, presentan colores gris castaño a gris castaño claro, con una textura porfírica. Presentan la típica morfología agreste de derrames viscosos con grandes oquedades producidas por escapes gaseosos.

En otros aspectos las facies piroclásticas están compuestas por una sucesión de mantos superpuestos e interdigitados de espesores variables, constituidos por depósitos de flujo piroclástico y depósitos piroclásticos de caída, de composición riolítica. Estos afloramientos mantiformes tienen una suave inclinación que varía entre 20° y 25°. En sierra Negra el conjunto tiene un rumbo aproximado noroeste-suroeste e inclina 20° al noreste.

Las tobas son netamente dominantes entre los depósitos piroclásticos de caída de distintas granulometría, están asociadas a depósitos sedimentarios (areniscas y calizas) y piroclastitas de mezclas, todas ellas de poco espesor.

Los delgados paquetes de calizas de tonos oscuros son el testimonio de aislados ambientes lacustres en el ámbito volcánico y generan espacios de diferente permeabilidad y continuidad, aunque por razones de escala no fueron separados.

Los intrusivos someros están ubicados en el sector noroccidental en Los Álamos, en el sector centro-norte en la estancia El Refugio y en estancia Morro Blanco, además en la zona centro-oeste entre sierra Negra y cerro del Ingeniero.

Estas rocas presentan generalmente textura porfírica. Íntimamente vinculados con estos cuerpos subsuperficiales se observa la presencia de diques riolíticos tabulares emplazados en la ignimbritas. Las potencias alcanzan hasta 3 metros.

El sector centro occidental de la hoja, entre sierra Negra y cerro del Ingeniero, está integrado por rocas porfíricas de composición riolítica. Las rocas son de color rosado oscuro, presentan textura porfírica. En estas facies se incluyen las rocas graníticas que se observan en coincidencia con la traza del gasoducto austral, al sureste de Lomas de la Irene. Constituyen afloramientos de dimensiones reducidas, de forma subcircular, de color rosado y de textura granosa gruesa, en los que se emplazan diques aplíticos.

Las sedimentitas y piroclastitas de la Formación sierra Grande, se incluyen en la unidad litológica anteriormente descrita. Los afloramientos se distribuyen en los alrededores de la estancia El Refugio y de la tapera Méndez, situados en el centro-norte de la Hoja. Están constituidos por rocas clásticas: areniscas, fangolíticas, pelitas y niveles con aporte piroclástico en los términos superiores de la sucesión. Las rocas presentan alto grado de consolidación con silicificación irregular en forma de bandas y venas de sílice blanquecinas, jaspe y ftanita.

Presentan impregnaciones de óxido de hierro y manifestaciones hidrotermales de hierro y manganeso en las brechas tectónicas que afectan la unidad. Esta formación ha sido plegada, alcanzando las inclinaciones de los estratos hasta 55° en direcciones distintas.

Las rocas de este conjunto presentan diaclasamiento y fracturación

generalizada, conforman sitios particulares de explotación de materiales no metalíferos y existe una creciente industria extractiva de lajas y bloques de pórfiros. Hay sitios alterados por procesos de caolinización que le confieren a las rocas mayor permeabilidad, mayor capacidad de absorción de humedad y menor resistencia mecánica. Las condiciones generales de este tipo de rocas no genera por sí eventos de peligrosidad, pero eventualmente se generan algunos casos de caída de rocas en zonas con pendientes fuertes y en taludes de accesos camineros o destapes mineros (piques o trincheras).

#### **4.5. Geomorfología**

La fase primaria comprendió el estudio fotogeológico de la región, mediante el análisis de fotogramas del IGM a escala aproximada 1: 60.000 y la confección de una carta geomorfológica a escala 1: 250.000 sobre una imagen Landsat a dicha escala.

La falta de una adecuada topografía -un requisito necesario por el bajorrelieve relativo que muestra la región en su extenso sector oriental- fue subsanada mediante la composición de un mapa topográfico con curvas de nivel de dispar color y con diferencias altimétricas de 5 metros entre ellas. Los valores relativos de la altitud de las superficies de las planicies estructurales y otras geoformas, han sido estimados a partir de datos extraídos del mencionado mapa, el que fuera realizado en la Dirección de Geología Ambiental y Aplicada (SEGEMAR), por la Sra. Silvia Altobelli.

El autor ha tomado en cuenta para su labor, el estudio regional geomorfológico

de la Provincia del Chubut (realizado en un 75%), que a escala 1:250.000 llevara a cabo durante los años 2000 y 2001 (González Díaz 2001) y del conocimiento que adquiriera de la región analizada durante su labor como geólogo regional del ex- Servicio Geológico Nacional.

Además se analizaron los previos levantamientos geológicos regionales que realizaran Haller (1981) y Cortés (1987), en particular el de este último. (Ver Carta Geomorfológica en el Anexo Mapas.)

#### DESCRIPCIÓN DE LAS UNIDADES GEOMORFOLÓGICAS

Dos de ellas, la "*Peneplanicie Exhumada*" (*precretácica*) y el conjunto de las "*Planicies Regionales*", abarcan prácticamente el 70% del territorio de la Hoja "Puerto Madryn". Ocupan las posiciones altimétricas más elevadas de la misma.

Sumadas a los "*Abanicos aluviales antiguos*" superan el 80% de su extensión. El resto de la tipología de geoformas diferenciadas, alcanza menor desarrollo y normalmente se disponen a niveles topográficos más bajos.

Predominan las formas resultantes de la erosión, en particular aquellas relacionadas con el proceso fluvial. Hacen excepción a esta generalización, el "*Nivel superior*" de las "*Planicies Regionales*" de carácter agradacional y las acumulaciones de los "*Cordones litorales*" de Puerto Lobos.

A pesar de la cierta simpleza que aparenta exhibir el paisaje, éste es del tipo compuesto y policíclico. Primero por la participación en su evolución de varios procesos geomórficos y segundo, por las sucesivas interrupciones observadas en el

desarrollo del proceso fluvial.

Las unidades cartografiadas serán descritas de acuerdo a un orden temporal relativo, determinado por una sugerida sucesión de la evolución geomórfica local, lo que accesoriamente facilitó el establecimiento de una propuesta cronológica provisoria de las unidades geológicas cuaternarias reconocidas.

En el análisis se ha distinguido el "*paisaje del ámbito continental*" de aquel correspondiente al "*ámbito marino o costanero*".

#### A) PAISAJE DEL ÁMBITO CONTINENTAL

##### PENEPLANICIE DESMEMBRADA Y EXHUMADA PRECRETÁCICA

Esta superficie de erosión regional se extiende en el sector occidental y noroccidental de la región de estudio, disponiéndose en forma de un triángulo rectángulo con su base en el límite norte, sobre el paralelo 42° 00'S y se proyecta exteriormente hacia las áreas adyacentes. Hacia el naciente desaparece progresivamente bajo la cubierta de formaciones más modernas.

Su consideración general como una unidad geomórfica "*resurrecta*" o "*exhumada*" se relaciona con el hecho de que el período del ciclo de erosión durante el cual se desarrolló la peneplanicie, es mucho más antiguo que aquel por el que esta geoforma fue nuevamente expuesta superficialmente.

En el "Bosquejo Geomórfico" de Haller (1981), la peneplanicie coincide arealmente con el paisaje de una de sus "dos grandes unidades geomórficas: su "Serranía Noroccidental". Esta

consideración geográfica es extendida hacia el norte por Cortés (1987) al distinguirla en su "Mapa de rasgos geomorfológicos" como un "Sector de Serranías". Por su parte Page (1987), la incluye en sus "Serranías Orientales", salvo en la porción sur de su estudio, donde plantea la posibilidad "de una planicie (peneplanicie?)". En estos casos no se hace ninguna mención concreta de su probable consideración como una superficie de erosión regional.

González Díaz (2001) ha destacado su continuidad morfológica hacia el norte y oeste y su proyección hacia las vecinas Hojas Geológicas 42h "Puerto Lobos", 43g "Bajo de la Tierra Colorada", 44g "Cañadón Iglesias" y 42g "Telsen".

Esta geoforma definida como una peneplanicie, está prácticamente labrada en forma exclusiva en el ambiente de las vulcanitas triásico-jurásicas de la Formación Marifil (Malvicini y Llambías 1972).

Con posterioridad, la teórica homogeneidad de su superficie fue desmantelada por un fracturamiento en bloques diferencialmente desplazados, una característica ya advertida por Page (1987), quien estima que este acontecimiento ocurrió con posterioridad "al Jurásico Medio y previo a la depositación del Grupo Chubut". Sugiere su relación con la "Fase Araucana", un diastrofismo del Jurásico superior. La configuración tectónica resultante, influyó notoriamente en la evolución y configuración del relieve regional, particularmente en su ámbito noroeste.

La cobertura de la Formación Marifil, según discordancia angular por las acumulaciones continentales del Grupo Chubut, es una relación estratigráfica

claramente reconocible en el ámbito de la Hoja Geológica 44g ("Bajo de la Tierra Colorada"; Page, 1987), que conduce a sugerir para la peneplanicie una edad precretácica.

Su historia evolutiva puede resumirse en los siguientes términos: su generación en imprecisos tiempos precretácicos → sepultamiento por una cobertura mesozoica-terciaria → fracturamiento y elevación → denudación → exhumación o "resurrección" → "degradación" por un nuevo ciclo fluvial.

Su carácter de "peneplanicie exhumada" se relaciona con su reexposición superficial mediante un proceso de denudación, que conduce a la eliminación de una cobertura previa.

El proceso degradacional que llevó a su exhumación, se vincularía con movimientos tectónicos terciarios y cuaternarios ya considerados por Page (1987).

La interpretación de una "peneplanicie exhumada" tiene antecedentes en estudios geomorfológicos del territorio argentino. Polanski (1963) describe una geoforma de similares características evolutivas, a la que adjudica una edad mínima pre-terciaria, denominada "Peneplanicie Exhumada del Bloque de San Rafael".

Un análisis detallado con el apoyo de la carta topográfica confeccionada a escala 1:250.000, con curvas de nivel de 5 metros, ha permitido extraer algunas conclusiones respecto del relieve de la propuesta peneplanicie exhumada.

La geoforma analizada no se caracteriza por exponer la superficie regular que teóricamente se adjudica a una peneplanicie. Algunas bajas

irregularidades que se destacan en su relieve en forma de aisladas elevaciones (cerro del Ingeniero, la sierra Negra y la loma Campo Los Álamos), aparentan responder a su composición por estructuras litológicas más resistentes a la erosión que el área que las margina.

También suele aparecer perturbada, fragmentada en alargados bloques nort-sur, dispuestos a diferentes niveles, con evidencias de "vuelco", carentes de continuidad física y marcada disección. Se los observa en el sector noroeste, donde localmente se distinguen cuatro bloques principales, separados por "fajas de fracturamiento" (Cortés 1987). Sus frentes son interpretados como escarpas de falla degradadas.

El bloque oriental, situado en una posición inferior, aparentemente ha sido basculado suavemente hacia el este. Muestra el mayor grado de disección. Los bloques ganan altura progresivamente hacia el oeste. El bloque ubicado entre la "depresión marginal" y la "faja de fracturamiento Guanacote" (Cortés 1987), pese a su marcada disección, expone sectores cumbrales concordantes en la cota de los 325 m.s.n.m.

El bloque más noroccidental ("Estribo de Santa Isabel"; Cortés 1987), muestra menor disección (lejanía del nivel de base regional ?), pudiéndose reconocer cierta concordancia de cumbres alrededor de los 375 m.s.n.m.

En el ambiente de la peneplanicie exhumada, la red de avenamiento tiene un régimen efímero, una respuesta directa a ocasionales precipitaciones.

Carece de integración a nivel regional y la compone un conjunto de pequeñas cuencas locales, con cursos de corto recorrido, cuyas aguas se vuelcan

distalmente en niveles de base representados por cuencas endorreicas ("bajos") de diversas magnitudes, las que suelen alojar pequeñas lagunas de aguas efímeras.

Haller *et al.* (2005) mencionan tamaños que varían entre 100-2000 metros. Entre estos últimos destacan los de Hernández y de Las Salinas. Los "bajos" se caracterizan en general por la rectitud y lo escarpado de sus márgenes, rasgos que denotan un control estructural.

Las características de sus "pisos" responden tanto al tipo "playa seca" (con piso arcillo-limoso) como al de "playa húmeda" (salinas). Tienen la particularidad de disponerse aisladamente, a diferentes cotas, siendo el nivel de base de un diseño de drenaje regional del tipo centrípeta.

Los "valles" principales del noroeste corresponden a depresiones de fundamental origen tectónico ("de rumbo", "longitudinales" o "de falla"), controlados por las "fajas de fracturamiento" de Cortés (1987). Se destacan aquellos de la "Depresión Marginal de la Fosa de Cochicó" y el de la "Faja de Fracturamiento de Guanacote" (Cortés 1987).

En ellos se observa la disposición de pequeñas y discontinuas cuencas centrípetas, probablemente desarrolladas por la interferencia producida por las acumulaciones de pequeños abanicos aluviales locales. Esta situación se habría visto favorecida por el pasaje hacia condiciones climáticas más secas y áridas postpleistocenas y una consiguiente desaparición de cursos permanentes.

El drenaje de la peneplanicie exhumada, expone un distintivo control estructural, regido por diversos sistemas de fracturas o diaclasas, que condicionan la

disposición espacial de los cursos. Predomina el diseño rectangular y rectangular-angular, con pasajes a dendrítico-angular en las cabeceras. La llamativa orientación o alineación de las cuencas endorreicas, también respondería a ese factor

Haller (1981) señala la presencia de "tors" en el área de la Formación cerro del Ingeniero, de hasta 2 metros de altura. Su génesis es atribuida al clásico esquema evolutivo en que aparecen asociados el proceso de meteorización, un necesario control estructural previo (diaclasas) y la subsiguiente remoción del material meteorizado, quedando un relicto con el característico "apilamiento" de los "núcleos" no alterados. La posterior consideración que hace de las citadas geoformas (pág. 32) como "rocas-pedestales", no guarda relación con el proceso genético de los "tors".

Ocasionales "montes testigos" como el cerro La Parva y la Sierra Chata, correspondientes a la paleógena Formación La Colonia, emergen aisladamente sobre la superficie de la peneplanicie, como testimonios de una previa y mayor extensión de dicha unidad.

#### "MONTES - ISLAS" ("mountain islands")

Su consideración a continuación del tema de la peneplanicie exhumada - desechando así el orden propuesto en las primeras páginas- se debe a que estas geoformas menores se hallan compuestas por rocas volcánicas de la Formación Marifil.

Aparecen con distribución dispersa como elementos morfológicos individuales aislados ("islas"), en medio de una cubierta sedimentaria moderna. Son evidencias

superficiales de un relieve previo hoy sepultado.

Fueron inicialmente descritos por Bryan (1922) en Papago County, Arizona (USA). En nuestro país son formas bastante comunes en la región de la Patagonia extraandina, siendo los "montes" Triste y Triste Chico, dos de sus mayores representantes.

Ejemplos típicos en el área de estudio son las lomas de los cerros Torrejón (158 m.s.n.m.) y Guacho (151 m.s.n.m.), que apenas emergen sobre un "mar" sedimentario compuesto por las gravas y rodados cementados del "nivel inferior" de las "Planicies Regionales", un componente de los "rodados patagónicos" de otros autores.

También el cerro Avestruz sobresale como tal, en el ámbito de la Formación El Porvenir (Cortés 1987) o "nivel superior" de los "Abanicos aluviales antiguos".

Otros, que han sido interpretados en el extremo sur de la "Depresión Marginal de la Fosa de Cochicó", aparecen aislados en medio de su planicie aluvial pedemontana local.

No deben ser confundidos con los *montes-testigos* (outliers), tan frecuentes en el relieve mesetiforme de la Patagonia Extraandina. Allí componen remanentes aislados y separados de las extensas, homogéneas y continuas planicies estructurales ("mesetas"), coronadas por mantos de basaltos (*lávicas*) o por los cementados e informales "Rodados Patagónicos" ("*sedimentarias*") o las del tipo "*por arrasamiento*" (*stripped plains*).

El reconocimiento de "montes-testigos" facilita la determinación de la primaria extensión de una unidad geológica.

## PLANICIES REGIONALES

Se interpreta que las mismas son parte integrante de la historia y evolución geomorfológica del abanico aluvial del río Chico, situado inmediatamente al sur.

Su distribución abarca la porción sur y este de esta Hoja Geológica y guarda ajustada correspondencia con aquellas unidades que fueran denominadas "Meseta Central" por Haller (1981) y "Pedimento plioceno encubierto" por Cortés (1987).

En ambos casos, los citados autores no han reconocido distintos niveles en estas planicies (*superior, medio e inferior*), los que aquí son definidos por primera vez. Para ello no sólo se tomó en cuenta su dispar distribución altimétrica, sino también su dispar génesis (agradacional o erosiva).

Escarpas de erosión de diversas alturas y grados de disección, señalan los límites entre ellas; su nitidez suele esfumarse entre el "nivel medio" y el "inferior", en la longitud de los 42° 45' O.

Sus depósitos normalmente cubren a las formaciones previas, pero ocasionalmente estas suelen presentarse como remanentes aislados (Formación Marifil), que emergen sobre la superficie de las planicies, como "islas" en el ámbito de las últimas.

El paisaje de "suaves lomadas" en la "Meseta Central" del "Bosquejo Geomorfológico" de Haller (1981), coincide con el área cubierta por las "Planicies Regionales".

Considera a la citada "meseta" como "*una superficie de agradación* de notoria continuidad regional" ("Rodados Patagónicos"), cuyas acumulaciones se

disponen sobre previas sedimentitas marinas terciarias. Propone su origen fluvial y desestima aquel "glacial", basándose en opiniones de Cortelezzi *et al.* (1968).

El hallazgo de crioturbaciones (Liss 1969, en Haller 1981) en su sustrato (zona de Puerto Madryn), ha llevado a sugerir un previo ambiente a la depositación de los "Rodados Patagónicos", bajo condiciones periglaciales (permafrost).

Por su parte Cortés (1987), distingue en la Hoja Geológica 42h ("Puerto Lobos") un extenso tramo de su "Sector de Mesetas", compuesto por una única y extensa superficie de erosión subhorizontal, a la que define como "Pedimento plioceno encubierto".

Desarrollada sobre sedimentitas marinas terciarias, su extensión concuerda con las "Planicies Regionales". Su cobertura de material psefítico -"gravas bien seleccionadas"- que alcanza entre dos y cinco metros de espesor y que cubre a la propuesta superficie erosiva, la define como Formación Dos Naciones.

Una referencia de Haller (1981) acerca de crioturbaciones, lo ha llevado a sugerir la depositación de esta formación en un ambiente periglaciario, manifestando que apoya un origen fluvio-glacial para esas acumulaciones.

Los depósitos que coronan las distintas "Planicies Regionales", están integrados por ortoconglomerados de gravas (guijoso) con matriz arenosa, groseramente estratificados con estructuras del tipo masiva y entrecruzada pobremente definidas. Los diámetros de los clastos oscilan normalmente entre los 10 y 4 centímetros, generalmente redondeados y correspondientes en su "totalidad" (Haller 1981) a las vulcanitas ácidas de la

Formación Marifil.

Posteriormente Haller *et al.* (2005), señalan también la participación de clastos de basaltos y andesitas.

Generalmente se hallan cementados por un cemento calcáreo blanquecino y suelen aparecer cubiertos por una pátina del mismo. El grado de cementación se reduce progresivamente hacia los niveles inferiores.

Cortés (1987) menciona la principal presencia de clastos de vulcanitas ácidas en la Formación Dos Naciones, una unidad integrante de las presentes “Planicies Regionales”.

El análisis de la región mediante fotogramas e imágenes expone una estrecha relación genética entre el proceso fluvial (glacifluvial para otros) y los depósitos de los diferentes niveles. El hábito de sus paleocauces, de las diferentes planicies, es del tipo anastomosado, el que suele ser dificultosamente reconocido por su enmascaramiento por posteriores acumulaciones (eólicas, fluviales).

Los activos y efímeros cursos actuales muestran un diseño insecuente. Se acepta que el proceso fluvial involucrado, se desarrolló bajo condiciones climáticas más húmedas que las presentes.

El notable predominio de clastos de la Formación Marifil en sus acumulaciones, ha llevado a la mayoría de los autores a considerar como principal fuente de proveniencia a la Formación Marifil, aflorante al poniente de las planicies.

Sin embargo, la observada disposición prácticamente transversal entre los afloramientos de esta última y la orientación noreste del drenaje responsable de la distribución de los informales “Rodados Patagónicos” locales, conduce a

sugerir otras fuentes de proveniencia de sus materiales componentes.

El Grupo Chubut, caracterizado por facies conglomerádicas esencialmente compuestas por clastos de la Formación Marifil, sería un ejemplo. Esta idea conlleva la alternativa de un reciclado inicial de los rodados de las psefitas, que componen las acumulaciones de las “Planicies Regionales”, un proceso que se ve reiterado en los niveles inferiores.

Esta última opinión se ve avalada por la consistente relación altimétrica observada entre el nivel de las acumulaciones de los remanentes asignados al “nivel superior” y aquel de los depósitos que coronan dicho abanico aluvial (González Díaz 2001).

La superficie agradacional del abanico aluvial del río Chubut -al sur de este estudio y a la latitud de los “montes islas” del cerrito Negro y la Loma Bola (Hoja Geológica 44h “Rawson”)- muestra alturas absolutas del orden de los 200 m.s.n.m. Exhibe un progresivo y gradual descenso hacia el noreste, que coincide con aquel de los remanentes locales del “nivel superior” de las “Planicies Regionales”, particularmente con aquel relicto sur oriental.

Una similar y regular pérdida de los valores de las pendientes regionales de los distintos “niveles” se observa en dirección noreste, hacia los golfos de San Matías y Nuevo, acorde con lo expresado por Haller (1981) y Cortés (1987). Esta orientación se corresponde con las direcciones asumidas por parte del drenaje distributivo del abanico aluvial del río Chubut en tiempos de la formación del paisaje de las planicies.

Ocasionales cursos de régimen efímero y diseño insecuente se extienden

en las planicies a partir de los bordes de los principales "bajos", hacia los cuales drenan sus aguas.

La interpretación geomórfica de fotogramas y de imágenes, asociada a un detallado análisis de la citada carta topográfica, permitió diferenciar tres niveles principales en estas planicies (= "Rodados Patagónicos"), dispuestos a dispareas alturas y de variado grado de conservación. De este modo se han identificado: *Nivel superior* (I), *Nivel medio* (II) y *Nivel inferior* (III). Hay otros que por su escasa relevancia en el paisaje e historia evolutiva geomorfológica de las planicies, ha llevado a no considerarlos, vista la escala del estudio.

Súñico (1996) consideró que los "Rodados Patagónicos" de las mesetas al norte del río Chubut, componían un "sistema de los antiguos niveles aterrizados de rodados". Reconoció cinco niveles y definió cada uno de ellos como una unidad geomórfica.

En cuanto a sus orígenes, se considera que el "nivel superior (I)" se debe a un proceso agradacional, contemporáneo con el desarrollo del abanico aluvial del río Chubut, a diferencia de los más inferiores (niveles II y III), que tienen una génesis erosional.

Los desniveles de las escarpas de erosión que separan los distintos "niveles", alcanzan tasas diversas. Una de las mayores (más de 20 m), ha sido observada a la latitud de la Ea. La Aurora (Laguna La Escondida), entre el "nivel superior" y la depresión longitudinal que acompaña en su borde oeste a un remanente de aquel.

Valores del orden de los 7-10 m aparecen entre el "superior" y el "medio" frente a la Ea. El Triunfo y de 9-10 m en la "barda" de la Ea La Cruz del Sur. En el

noreste (Laguna de las Brujas), la escarpa del reducido relicto del "superior" alcanza los 15 m con respecto al "inferior". Valores similares se dan frente a la Playa El Doradillo (unos 12 m) y la Playa Gaviota (entre 15-17 m).

Entre el "medio" y el "inferior" sus desniveles han sido estimados en 10 m en las cercanías de la Ea. Las Dos Naciones (Laguna del Medio) y entre 12 y 13 m en el delgado extremo sur del remanente oriental del "nivel medio".

Más acotadas son sus diferencias hacia el suroeste, en las proximidades del borde oriental de la "Peneplanicie Exhumada": 5-6 m a la latitud de la Ea. Ledesma y entre unos 2-3 m en las vecindades del puesto Chileno Rico.

a) *Nivel superior* (I): su distribución es discontinua. Configura remanentes en forma de alargadas "mesetas" individuales dispuestas a mayores alturas que los posteriores. Tienen dispar extensión, con una general elongación noreste-suroeste.

La más extensa se halla al este y sur de la localidad de Puerto Madryn. Localmente sus alturas varían aproximadamente entre los 165 m.s.n.m. al sur y los 130-125 m.s.n.m., en su extremo norte. Un resto de la misma (140 m.s.n.m.) -separado por un pequeño paleovalle- aparece aisladamente sobre el ambiente del "nivel medio".

Un delgado remanente occidental situado al este del extremo distal del amplio abanico aluvial de la estancia El Oasis, alcanza los 120 m.s.n.m. al sur y los 100 m.s.n.m. al norte

El nororiental, separado del anterior por un paleovalle ("de la estancia La Paz"), discurre entre los 110 m.s.n.m. y los 100 m.s.n.m. Por último, una estrecha

y reducida "meseta", que aloja dos pequeños bajos (lagunas de las Brujas), se ubica más al este y adyacente a la costa del golfo de San Matías. Está limitada por la curva de nivel de los 95 m.s.n.m.

Netas y abruptas escarpas de erosión, sólo suavizadas por depósitos marginales de taludes y conos de deyección (coluvio) y más ocasionales de abanicos aluviales, diferencian morfológicamente este nivel de los otros dos inferiores. Alberga algunas de las más importantes depresiones o "bajos" (de la estancia San Pedro, de los Gauchos)). Al pie de sus escarpadas márgenes es corriente la presencia de "bajos" menores.

La cementación de sus rodados componentes por translocación hacia arriba o hacia abajo de carbonato de calcio, ha incrementado su natural resistencia a la erosión y determinado la persistencia de esta geoforma en el paisaje, a veces en forma desmembrada.

El marcado control que ha ejercido el cemento calcáreo intersticial (tenacidad) para el logro de tal situación, permite la interpretación del "nivel superior" como un ejemplo de *planicie estructural*.

González Díaz (2001) al tomar en consideración las cotas de la regular planicie de acumulación que coronan el abanico aluvial del río Chubut –situado al sur de la región de estudio- ha interpretado que el desarrollo del "nivel superior" se relaciona genética y temporalmente con la fase agradacional que generó ese abanico.

Por su disposición altimétrica y estratigráfica en la secuencia de estas planicies y lo establecido para el análisis tipológico de las terrazas aluviales, el "nivel superior" compondría una superficie de agradación primaria (*fill top*) de similar origen y disposición que el tipo

de terrazas "depositacionales" (Fairbridge 1968).

b) *Nivel medio* (II): situado a cotas inferiores al anterior, también muestra una distribución discontinua. Se caracteriza por tener -al igual que el "nivel superior"- sus límites precisados por distintivas escarpas de erosión, rasgo que está también relacionado con la cementación calcárea de sus depósitos superiores, aunque no es tan intensa como en el nivel anterior.

Se reconocieron tres remanentes principales en la faja central y otros dos menores al sureste. El más extenso se halla adosado al margen oeste del sector principal del "nivel superior" suroriental. Su superficie desciende como una rampa regular desde los 160-155 m.s.n.m. (extremo sur) hasta los 125 m.s.n.m. en las inmediaciones de la laguna de las Flechas. Hacia el oeste, una baja escarpa de erosión la separa del "nivel inferior".

Un tramo norte se localiza entre las dos planicies septentrionales del "nivel superior". Coincide con los remanentes de un paleovalle ("de la estancia La Paz"), cuyas aguas eran drenadas hacia el norte, al golfo de San Matías. Su suave pendiente hacia el norte varía entre los 115 m.s.n.m. al sur y los 80 m.s.n.m., en las proximidades de los cordones litorales de Puerto Lobos,

Un delgado relicto oriental se dispone adyacente a la costa atlántica y se proyecta afinándose progresivamente hacia el istmo de la península Valdez (Ameghino). Su cota máxima al sureste (estancia Loma Atravesada) es de unos 120 m.s.n.m. Hacia el istmo se la estimó entre 100 y 95 m.s.n.m.

Se interpretaron como relictos de este nivel, dos reducidas planicies que

aparecen entre la costa sur del golfo Nuevo y el “Bajo” de Simpson. Ambas se disponen a mayor altura que los tramos de planicie adjudicados al “nivel inferior”. Sus diferencias altimétricas son del orden de unos 10 metros. Su remanente oeste se ubica unos 15 metros por debajo del extremo este del “nivel superior”.

Sobre el límite sur del estudio y separado por el paleovalle del Bajo Simpson (paleodrenaje del río Chubut), aparece el extremo norte de un relicto del “nivel medio”, el que constituye la llamada Loma María (100 m.s.n.m). En ella se halla instalada la aeroestación "Almirante Zar".

La distribución de este nivel en el paisaje, es el resultado de la degradación del “nivel superior” durante un ciclo de erosión fluvial posterior. Desde el punto de vista genético, es definido como un nivel de erosión.

Se registra una marcada concentración del número y de los principales “bajos” en este “nivel medio” (laguna Grande, estancia N. Arbeleche, del Medio, Dos Naciones).

Aceptando que la deflación ha sido el mecanismo dominante en la generación de este tipo de “bajos”, es probable adjudicar estas geoformas a un incremento post-“nivel medio”, de las condiciones de aridez en la región.

c) *Nivel inferior* (III): compone el nivel más homogéneo y extenso de los aquí diferenciados. Esta geoforma se emplaza atravesando diagonalmente a la región con una dirección general SO-NE, "encajándose" en el paisaje de los niveles anteriores.

González Díaz (2001) ha sugerido su conexión con aquel brazo distributivo

del abanico aluvial del río Chubut, cuyos depósitos constituyen las llamadas "Gravas Morgan" (Lapido 1981; Page 1987). Ello facilitaría su interpretación como un paleovalle, cuyo curso escurrió sus aguas en un momento dado hacia el Golfo de San Matías, a un nivel inferior a través del abanico aluvial

Escasos y de limitada magnitud son los "bajos" que alberga esta geoforma, una característica que abogaría -más allá de su situación topográfica inferior- por su menor edad y posiblemente más moderadas condiciones de aridez.

Tramos desconectados de este nivel aparecen entre la loma de María y la costa sur del golfo Nuevo. Se disponen entre remanentes del “nivel medio”, con cotas que oscilan entre los 95 y los 80 m.s.n.m.

Esta distribución lleva a suponer que en la zona del paleovalle del Bajo de Simpson (50-45 m.s.n.m.), hubo un previo paleodrenaje del río Chubut el que, ubicado a un nivel más elevado que el del citado “bajo”, evacuaba sus aguas hacia el Golfo Nuevo.

La presencia en la región de este “nivel inferior”, también es una consecuencia de la erosión de los niveles previos, durante otro nuevo ciclo de erosión fluvial, siendo definido como geoforma de erosión

Respecto de la propuesta de Cortés (1987) acerca del reconocimiento de un "Pedimento plioceno encubierto", en la zona noreste de los niveles de las “Planicies Regionales” y su interpretación como una superficie de erosión pedemontana, hay algunos conceptos básicos que ponen en duda esa sugerencia.

1) Su reconocimiento es afín a un *pedimento cubierto* (*concealed*), labrado en este caso sobre sedimentitas terciarias

marinas. Vale recordar que un pedimento no es sólo una superficie de erosión, sino también de transporte del material extraído del área de erosión, de modo tal que su cubierta detrítica se halla integrada por material que fuera erosionado del área elevada (serranía), el que es transportado hacia la zona pedemontana distal (bajada + playa) durante la formación del pedimento, normalmente ubicado en la parte superior de la pendiente del pedemonte.

La cobertura sedimentaria del propuesto tipo de pedimento “encubierto” (retroceso del frente serrano), que oculta su normalmente rocosa e irregular superficie de erosión y le brinda la regularidad superficial que expone, no es posterior al proceso de pedimentación sino que es coetánea con su desarrollo.

2) La interpretación de una posterioridad de la Formación Dos Naciones como una cubierta glaci-fluvial de un "Pedimento plioceno encubierto", no estaría acorde con los cánones fundamentales de la génesis y características de un pedimento cubierto (“encubierto”; Polanski 1963).

3) Además, de acuerdo al presente estudio, en el área que abarca su "Pedimento plioceno encubierto" han sido identificados sectores de las “Planicies Regionales”, dispuestas a diferentes niveles.

Resumiendo, los tres niveles tuvieron génesis diferentes (agradación ó erosión) y pueden ser relacionados con no menos de tres sucesivos ciclos fluviales (interrupción o accidente climático?) desarrollados durante un indeterminado lapso del plio-pleistoceno.

La cementación de sus componentes clastos psefíticos que incrementó su resistencia a la degradación,

permite la consideración geomorfológica de los niveles “superior” y “medio”, como *planicies estructurales* ("mesetas"), tan comunes en la Patagonia Extraandina. El origen de la cementación carbonática no está aun resuelto.

Una cuestión también pendiente es si la cementación observada en estos niveles psefíticos se resolvió en un único episodio regional o hubo correspondientes y sucesivas fases de depositación carbonática para cada nivel, bajo condiciones de dispar aridez. Esta última posibilidad es la más factible.

#### PLANICIES ESTRUCTURALES LOCALES (POR "ARRASAMIENTO")

Se distinguen con esta denominación aquellas geoformas menores -generalmente aisladas- cuyos rasgos morfológicos son afines a las formas geográficas conocidas como “mesas” y “mesillas”. En la región analizada tienen común correspondencia con formaciones cretácico-terciarias continentales y principalmente marinas, de señalada heterogeneidad en su resistencia a la erosión.

Se interpreta que su presencia en el área de estudio se halla relacionada con el proceso de "arrasamiento", mediante el cual la denudación de las capas friables superiores de una sucesión sedimentaria horizontal prosigue hasta la exposición de un manto resistente, el que finalmente controla las formas del paisaje de sus afloramientos.

Estas planicies sobresalen en el relieve general algunas decenas de metros. Sus rasgos son claramente reconocibles en la depresión occidental -de propuesto origen tectónico- que alberga la laguna

Colorada y en aquella central y disposición norte-sur, que separa el “abanico aluvial antiguo” de la Ea. El Oasis, del remanente noroccidental del “nivel superior” de “Planicies Regionales”.

Su heterogeneidad litológica y dispar tenacidad de las rocas componentes también contribuye a la formación de pendientes escalonadas en las escarpas de erosión

El remate de la secuencia de estas planicies con estratos duros, fuertemente consolidados, como conglomerados, calizas, calizas orgánicas (coquinas, lumachelles), areniscas y tobas con cementación calcárea y bancos de chert, influyó para el desarrollo de este paisaje local.

Sus relictos en forma de “mesillas” se observan en la depresión de la laguna Colorada sobre tramos de la "Peneplanicie Exhumada" y en aquella central al este de la porción distal de los "Abanicos Aluviales Antiguos".

La común participación en estas sucesiones terciarias de rocas friables (tufitas, pelitas, areniscas), da lugar a situaciones en que el banco duro superior ha sido eliminado y este paisaje estructural fuese reemplazado por otro de suaves y bajas lomadas. Lateralmente, en algunos afloramientos terciarios con predominio de componentes arcillo-limosos de escasa consistencia, los previos rasgos de las “planicies estructurales locales”, suelen ser sustituidos por los de un paisaje de “*bad-lands*” o “*huayquerías*” (Polanski 1963), caracterizado por profundas cárcavas.

Una situación similar suele comprobarse más localmente en las márgenes de algunas de las “Planicies Regionales”, cuando lateralmente y en niveles de formaciones subyacentes,

predomina una litología friable y de fina granulometría.

#### ABANICOS ALUVIALES "ANTIGUOS"

Se localizan en una situación intermedia entre la “Peneplanicie Exhumada” al oeste y las “Planicies Regionales” al naciente. Morfológicamente se han diferenciado dos niveles. Uno de ellos es definido como "Primer Nivel" y el otro situado en una posición más baja, como "Segundo Nivel". Son considerados geoformas agradacionales pedemontanas. Estratigráficamente se corresponden con las formaciones El Porvenir y Eizaguirre, respectivamente (Cortés 1987). Sus acumulaciones sepultan tramos de la “Peneplanicie Exhumada” y de las formaciones terciarias.

1) "*Primer Nivel*". Lo integran dos extensas geoformas agradacionales, diferenciadas como "Abanico Aluvial El Oasis" y "Abanico Aluvial El Porvenir". El primero expone su total desarrollo en la presente carta geomorfológica, en tanto que el segundo se proyecta al norte del paralelo 42° 00'S. Sus ápices se localizan al oeste, fuera del presente estudio.

Guardan correspondencia morfológica con los "Depósitos de pie de monte plio-pleistocenos" de Cortés (1987), diferenciados en su “Mapa de rasgos geomorfológicos” al este del área de su "Sector serrano".

Sus proyecciones al sur del paralelo 42° 30'S en la adyacente Hoja Geológica 43h “Puerto Madryn” (Haller 1981), fueron interpretadas por este autor como correspondientes a afloramientos y geoformas propias de los "Rodados

Patagónicos". Al naciente una abrupta escarpa de erosión ha determinado precisos límites con el "Segundo Nivel" y otras formaciones más antiguas. Su inactivo drenaje superficial carece del típico hábito anastomosado reconocido en las "Planicies Regionales". En planta exponen la clásica configuración triangular (abanico) y el tipo de diseño distributivo.

La Formación El Porvenir (Cortés 1987) está compuesta por depósitos psefíticos (rodados y guijas de hasta 25 cm de diámetro), de tonos castaños, con clastos angulosos a subredondeados, lo que apunta a suponer un corto recorrido desde su fuente. Se hallan vulcanitas ácidas, basaltos, andesitas, calizas, cuarzo y calcedonia. Capas arenoso-limosas se intercalan en ellos, masivas o con estratificación entrecruzada, lo que avala su relación con un sistema fluvial de alta energía.

Tal como lo mencionara Cortés (1987), la presencia de clastos basálticos en su secuencia, plantea la posibilidad de situar su área de proveniencia al oeste y considerar como tal -entre otras- las márgenes de la Meseta de Somuncurá.

Cortés (1987; pág. 60), sugiere el carácter suprayacente (con dudosa concordancia) de las acumulaciones de estos abanicos aluviales respecto de la Formación Dos Naciones (o "Planicies Regionales"). En su carta geológica, esa relación estratigráfica no aparece expresada gráficamente, ni tampoco ha sido reconocida en los análisis fotogeológicos realizados para este estudio.

El tramo proximal o apical del abanico aluvial El Porvenir, alcanza en la región de estudio la cota de los 275 m.s.n.m. y se proyecta con mayores alturas

hacia al oeste, fuera de los límites del trabajo.

La zona apical del abanico aluvial El Oasis aparenta culminar en la curva de nivel de los 200 m.s.n.m., al este de la laguna Colorada. El reconocimiento de varios "montes-testigos" de esta unidad al oeste de la depresión que alberga la citada laguna, demuestra que la extensión de su desarrollo alcanza más allá de los límites del meridiano 66° 00'O, superando los límites del bloque cuyo frente oriental (escarpa de falla?), está determinado por la "Faja de Fracturamiento Bandera" (Cortés 1987).

Las disectadas márgenes distales de ambos abanicos, se hallan limitadas por las respectivas curvas de nivel de los 150 y 100 m.s.n.m.

La regular superficie del abanico aluvial El Porvenir se ve interrumpida por la baja elevación de la Loma del Avestruz (250 m.s.n.m.), que sobresale unos 25 m sobre ella. Constituye un excelente ejemplo de "monte-isla". Cortés (1987) ha definido este rasgo como correspondiendo a un "*inliers o monte-testigo*", un concepto considerado desacertado.

Los tramos proximales de sus canales son bastante regulares y poco profundos. En tanto que sus partes distales culminan en profundos y estrechos "cañadones". Se supone que tan activa disección ha sido generada por una fase de "rejuvenecimiento" relacionada con un nuevo ciclo fluvial (epiciclo?).

Se ha interpretado que una consecuente "onda retrógrada" ha progresado agua arriba hasta un sector, donde los fotogramas demuestran una concentración de resaltos o "quebres" de los perfiles longitudinales de los canales (*knickpoints*), ubicado aproximadamente a

la altura de la parte media de los abanicos. No se reconocieron evidencias de "atrincheramiento" apical.

A diferencia del ambiente de las "Planicies Regionales", no se observan en su superficie las comunes depresiones de propuesta génesis eólica ("bajos"). La ausencia de estos rasgos geomórficos refuerza la idea de la posterior edad de estos abanicos respecto de las primeras.

2) "*Segundo Nivel*". Sus acumulaciones han sido definidas por Cortés (1987) como Formación Eizaguirre. Su formación y materiales derivan esencialmente de la degradación del "Primer Nivel".

Se extiende entre los límites orientales de este último y las márgenes occidentales de los distintos niveles de las "Planicies Regionales". La elongada depresión central de rumbo noreste-suroeste (de erosión o tectónica?), separa ambas geoformas y se extiende desde Puerto Lobos hasta el cerro Mesa por el sur.

Se dispone como forma agradacional pedemontana, a partir del pie del "Primer Nivel" de los "Abanicos Aluviales Antiguos". Sus ápices, se localizan unos 25-30 metros por debajo de las márgenes de los "primeros niveles", a partir de las desembocaduras de sus profundos "cañadones" distales. Sus extremos "chocan" al naciente contra los bordes occidentales de las "Planicies Regionales".

Sus pendientes varían entre alturas estimadas en 120-100 metros en los ápices y distalmente en los 20 metros en las vecindades de la costa. En el área de la depresión noreste estos últimos valores oscilan entre los 60 y 70 metros.

Hacia el norte y superado el obstáculo de las "Planicies Estructurales",

se hace evidente la orientación noreste de sus pendientes hacia la cercana costa, donde alcanza las cercanías de sus cordones litorales. Allí estos constituyen un obstáculo que obstruye el drenaje dando lugar a pequeñas lagunas efímeras y salinas.

Según Cortés (1987), lo componen gravas limo-arenosas y limos arenosos, con predominio de las pséfitas en su parte inferior. Su litología es similar a la del "Primer Nivel", al constituir éste su área de proveniencia.

#### ABANICOS ALUVIALES, PLANICIES ALUVIALES Y TALUDES MODERNOS.

Los abanicos aluviales modernos son de reducido porte y se concentran principalmente en los valles longitudinales de la estructura de bloques que desmembró la "Peneplanicie Exhumada" particularmente en la extensa "Depresión marginal de la Fosa Cochicó" y en aquellas menores (origen tectónico?), que alojan las lagunas Colorada y La Salina. También se hacen presentes marginando las cuencas centrípetas del drenaje de las serranías occidentales, como la laguna Hernández

Suelen acompañar la morfología de los taludes (coluvio), que se distribuyen a lo largo de las escarpas de erosión de las "Planicies Regionales", especialmente en las desembocaduras de pequeñas cuencas que drenan su "nivel superior".

Las planicies aluviales modernas, de limitada extensión e importancia en la morfología de esta carta geomorfológica, tienen su mejor representación en el área del drenaje de la alargada depresión central.

## LAS GRANDES DEPRESIONES ("BAJOS")

Un sobresaliente rasgo morfológico del área de las "Planicies Regionales" en sus niveles "superior" y "medio", es la corriente presencia de extensos "bajos sin salida", con drenaje centrípeto, donde se acumulan las ocasionales aguas de precipitaciones efímeras.

Si bien han sido propuestos diversos orígenes para estas depresiones, se destaca aquella de la acción de la deflación eólica (Feruglio 1950). Otros las relacionan con la tectónica y su ampliación por deflación, en tanto que Schiller (1923) planteó la alternativa de un proceso que definió como "sublavado". Otros avalan su origen a favor de un proceso de inversión del relieve. Este tema no es tratado en esta presentación.

Algunos alcanzan grandes extensiones y profundidades. El de la laguna Grande entre 40-35 metros. La profundidad del "bajo" de la estancia Arbeleche ha sido calculada entre 20-25 m, al igual que en los de Las Dos Naciones y de la laguna del Medio. Otro de similar situación y extensión se halla al norte Las Dos Naciones (Los Gauchos).

Muestran una general orientación de su eje mayor hacia el nornoreste, una disposición controlada estructuralmente - reconocida por Haller (1981) y Cortés (1987)- y que es similar al del drenaje regional y el rumbo de las escarpas de erosión de las citadas planicies.

Un ejemplo de ello lo constituye la distribución de los "bajos" alargados de las lagunas del Medio, Dos Naciones y Los Gauchos. Cortés (1987) considera que ello sería "la expresión superficial"... "del lineamiento Abdala-Sierra Chata" (Lapido

y Page 1979)

Los grandes "bajos" de la laguna Grande y de la laguna del Medio se ubican sobre la superficie de las planicies de los niveles "medio". Un gran "bajo" innominado se halla en el extremo norte del "nivel superior" de las "Planicies Regionales".

Se observó una frecuente localización de algunos "bajos" (de cualquier tamaño), al pie de las escarpas de erosión o "bardas" que limitan los distintos niveles de planicies.

Para González Díaz (2001) esta característica tendría un alcance regional, pues fue advertida por el autor en sus reconocimientos de la región patagónica extraandina y el sur de Mendoza, ya sea al pie de las "bardas" basálticas, como en el de las escarpas de erosión de los informales "Rodados Patagónicos".

Su reiteración regional, induce al autor a proponer que sus orígenes están estrechamente vinculados a un proceso progresivo de meteorización de proporciones significativas, establecido en los sectores basales de distintas escarpas de erosión.

Supone que hay allí una mayor concentración y persistencia de la humedad, la que se traduce en una activa meteorización física, que culminó con la desagregación de las rocas, favorecida con cristalización de sales entre los espacios interminerales e intergranulares y el crioclastismo ocasional.

El incoherente material resultante desagregado, es evacuado, removido, por la deflación eólica que lo transporta lejos de su sitio de yacencia original. La continua reiteración del proceso genera una depresión en la base de la escarpa, la que se amplía a través del tiempo.

Su historia posterior para alcanzar la gran extensión que muestran actualmente algunos de los grandes "bajos", ha reclamado la participación otros procesos geomórficos (fluvial y la remoción en masa), que han posibilitado el retroceso constante de sus escarpas marginales, asociados a una probable incidencia de una zona de debilidad estructural local. La exportación de los materiales finos de la meteorización mediante la deflación eólica (carente de nivel de base), facilita una profundización progresiva de la depresión.

Otras depresiones pero de superficies menores, también tienen una disposición similar a lo largo de las escarpas de erosión que separan el nivel "superior" de aquellos "medio" e "inferior". Se las observa en la zona norte de las "Planicies Regionales" y también entre el "segundo" y "tercer nivel", más al sur en la zona del "bajo" de la Ea. Arbeleche.

En general muestran un drenaje centrípeto interno el que, aunque de reducida extensión, suele proyectarse exteriormente. Superando sus empinados límites internos, alcanza a drenar con diseño dendrítico tramos de la planicie adyacente al "bajo".

En sus pendientes internas suele verse una asociación de geoformas, que remeda a la observada en ambientes pedemontanos. El modelo más común es de tipo agradacional, compuesto por abanicos aluviales y una playa.

En alguno de los principales "bajos" de la Patagonia Extraandina, el autor ha individualizado una superficie de erosión "encubierta" en posición proximal a su escarpa interna, normalmente labrada en ambientes de las sedimentitas continentales mesozoicas y terciarias. Este tipo de pedimento es definido como

*pedimento convergente* (González Díaz y Maligno 1984). Ha sido reconocida en varias de las cercanas y principales depresiones de este sector extraandino ("Bajos" del Diablo, El Confort, Las Coloradas).

Las *playas* son geoformas distintivas de las depresiones en los paisajes desérticos a semidesérticos, con fondos planos y carentes de vegetación. En la zona de estudio se distinguieron dos tipos: "seca" ("*dry lake*" o "*clay pan*") y "húmeda" ("*playa lake*"), cuyos pisos tienen dispares características.

Compuestos por material limo-arcilloso, las primeras suelen mostrar la presencia ocasional de un cuerpo lacunar efímero por la acumulación de las aguas de ocasionales precipitaciones. Su piso es "duro", resistente, muy llano y soporta cargas. La freática se halla alejada de su superficie.

Las "húmedas" suelen mostrar un lago salino permanente o una salina, con el nivel de la freática subsuperficial cercano. A diferencia de las anteriores su piso es arcillo-limo- salino, muy "blando" cuando húmedo. Ejemplos de ellas son las de los principales "bajos" del estudio (laguna Grande, del Medio, Arbeleche, etc.). Se ha observado la presencia de ambos tipos de playa, en distintos sectores del piso de una misma playa y también cordones litorales correspondientes a los distintos niveles que alcanzara el interno cuerpo de agua ("Bajo del Diablo", por ejemplo).

Las condiciones climáticas que establecieron un proceso de deflación eólica tan severo, debieron estar influidas por períodos secos y ventosos propios del englazamiento pleistoceno.

Los "bajos" (lagunas y salinas) de la región de la "Peneplanicie Exhumada"

normalmente son poco profundos y no alcanzan los grandes tamaños de aquellos de las "Planicies Regionales". Su génesis puede ser relacionada con factores tales como los densos y distintivos sistemas de fracturas y diaclasas, la dispar textura y resistencia de la litología de la Formación Marifil y el grado de susceptibilidad a la meteorización que tales aspectos estructurales locales provocan.

Con la común participación del agua, la meteorización física o mecánica desintegra las rocas, mediante las presiones generadas por el crioclastismo (*frost cracking*) o por el crecimiento de cristales de sales alóctonos en las grietas o poros por precipitación o hidratación o por la formación de nuevos minerales de mayor volumen (química).

Los detritos resultantes, al alcanzar un tamaño adecuado, son exportados por el viento (deflación). La reiteración del proceso conduce al incremento progresivo de estas depresiones. Un proceso similar genera las *gnammas* halladas en los tors graníticos.

Una interpretación análoga ha hecho Methol (1967) para algunos de los hallados en ambientes granitoides, marginales a la meseta de Somuncurá.

Estas depresiones constituyen pequeños niveles de base locales para amplios sectores de la "Peneplanicie Exhumada". Hacia ellos aportan sus aguas una red de efímeros cursos, de un general diseño rectangular-angular, controlado estructuralmente.

Otras pequeñas salinas (con ocasionales efímeras lagunas), se localizan en la zona de los "derrames" distales de los cursos que drenan el área de los "Abanicos Aluviales Antiguos". La extensión de esos arroyos hacia el este se ve interceptada por

el más elevado relieve de las "Planicies Estructurales", de modo que las aguas de una eventual creciente son retenidas y generan efímeras lagunas. La consecuente evaporación y precipitación de las sales incorporadas y transportadas en solución, generan cuerpos salinos.

En la zona de los cordones litorales suelen verse algunas pequeñas depresiones. Se ubican exteriormente adosadas al borde occidental del obstáculo natural representado por el cordón más alejado de la costa. También aparecen algunas entre las alargadas depresiones intercordones.

En general, la mayoría de estos "bajos" menores suelen mostrar una delgada costra de sales.

## PALEOVALLES

Se han interpretado tres:

a) Paleovalle "de la Estancia Paz", situado al norte de la laguna del Medio, entre las abruptas escarpas de erosión de dos "niveles superiores" de las "Planicies Regionales". Tiene una extensión norte-sur estimada en 30 km. y un ancho máximo de 5 km. Superaría los 45 km, si se incorporaran los 15 km del área de la citada laguna.

b) Paleovalle "de Simpson", está localizado en la parte sur de la carta geomorfológica. Su traza puede ser interpretada desde las cercanías de la margen norte del río Chubut, ya próximo a la costa. Un paisaje compuesto por un elevado número de terrazas fluviales y un corto y estrecho paleovalle, que margina a la Loma María por el sur (González Díaz 2001), lo separan del valle del Chubut.

Se dispone inicialmente con

recorrido norte-sur hasta el extremo norte de la Loma María, a partir de la que toma un decidido rumbo al este, hacia el Atlántico. Distalmente conforma un amplio abanico aluvial. Se sugiere que constituyó durante cierto tiempo, un drenaje estable durante la compleja historia del abanico aluvial del río Chubut.

c) Paleovalle "Estancia Saraza". Su distribución coincide con aquella del "nivel inferior" de las "Planicies Regionales". Su recorrido atraviesa diagonalmente la región analizada. Presenta un pequeño ramal (distributivo?) hacia el este, a partir de la latitud de la citada estancia.

A lo largo de su longitud (del orden de los 270 km) su ancho se hace mayor a medida que alcanza el golfo de San Matías: 6 km al sur, 15 km en su tramo medio y unos 27 km ya cerca de la costa. Un estrecho sector del "nivel superior" constituye un "islote" en su paisaje.

González Díaz (2001) sugiere su conexión con el valle que alberga las "Gravas Morgan" (Lapido 1981) y su rol de canal distributivo del abanico aluvial del río Chubut.

## B) PAISAJE DEL ÁMBITO MARINO

### CORDONES LITORALES

Se hallan a unos 9 km al sur de la desembocadura del arroyo Verde al Atlántico. Previamente reconocidos por Feruglio (1950), sus psefitas fueron distinguidas como una unidad geológica por Cortés (1981), con la denominación de Formación Puerto Lobos. La integran tres cordones psefíticos "antiguos". No incluye en ella uno más reciente y más externo,

adyacente a la costa. Posteriormente y a favor de dataciones radimétricas ( $C_{14}$ ) Bayarsky y Codignotto (1982) determinaron cuatro cordones "antiguos" (entre 40 y 20 ka) y dos "holocenos" (33 ka y 750 años). Se extienden hasta unos 4 km tierra adentro y a lo largo de unos 25 km de la costa.

a) "cordones litorales antiguos": tienen un ancho promedio cercano a los 500 m y su altitud se reduce progresivamente hacia el mar. Su morfología primaria se muestra más degradada en los occidentales, aunque se pueden diferenciar las crestas psefíticas y depresiones o senos intercordones, con cubiertas discontinuas de materiales finos. La superficie del más externo tiene forma de suave planicie con procesos de edafización al igual que el segundo, cuya cresta es algo irregular. En éste se hallaron bivalvos "en aparente posición de vida" (Bayarsky y Codignotto 1982). En ambos se observa arraigo de vegetación. El tercero y cuarto distan de la costa unos 1400 m y 600 m, respectivamente.

b) "cordones litorales modernos": Se ubican a unos 200 m del mar y aparecen adosados, sin depresión por medio. El porcentaje de material conchil decrece notoriamente respecto de los anteriores (Bayarsky y Codignotto 1982). Un bajo acantilado (6 m), al pie del cual se halla una estrecha playa de grava, los separa del mar,

Otros puntos donde se reconoció la presencia de estas geoformas aunque con extensión muy limitada, se hallan unos 5 km al sur de los "antiguos" y en situación intermedia entre Punta Quiroga al norte y la Garganta del Delfin al sur.

Cortés (1987) considera como del tipo emergente este tramo atlántico y

reconoce "al menos" dos ciclos de erosión y acumulación marina.

#### PEDIMENTOS LITORALES Y ABANICOS ALUVIALES COSTEROS.

González Díaz y Malagnino (1984) incorporaron el primer concepto, ampliando aquel previo de "pedimentos de flanco" (Fidalgo y Riggi, 1970). Su presencia ha sido interpretada sobre la costa entre Punta Quiroga y la Garganta del Delfín y desde las cercanías de Punta Ameghino hacia el norte. Están labrados sobre sedimentitas terciarias y son del tipo "encubierto".

Aparecen también en los alrededores de la ciudad de Puerto Madryn. Un excelente ejemplo de ellos se halla en las cercanías del autódromo de esa población, a partir del ingreso desde la ruta provincial N° 4.

La zona costera muestra pequeños abanicos aluviales, los que constituyen una estrecha faja de estas acumulaciones desde el sur de Punta Ameghino hasta las proximidades de Punta Flecha.

#### ACANTILADO MARINO Y PLAYAS COSTERAS

Salvo el tramo de la albúfera de la Garganta del Delfín, la costa atlántica de ambos golfos se caracteriza por un activo acantilado marino no muy elevado, entre 6 y 15 metros.

A su pie y en períodos de bajamar, se pueden reconocer sectores correspondiente a una terraza de abrasión marina (restingas).

Haller (1981) bajo la denominación de Formación San Martín, ha descrito en zona vecina a Puerto Madryn unos

depósitos de playa situados unos 5-8 metros sobre el nivel máximo de las actuales mareas. Serían los remanentes de una antigua terraza marina, que Feruglio (1950) distinguió como "Terraza marina de Madryn".

Al amparo de prominencias costeras ("puntas") y al pie de los acantilados se distribuyen estrechas y a veces desconectadas fajas de playas de gravas, arenas y conchillas. Un sector adecuado para observar este paisaje, se extiende al sur de Puerto Madryn, entre Punta Cuevas y Punta Conscripto.

#### ALBÚFERA (LAGOON)

Sobre la costa, a la latitud del inicio del Istmo de Ameghino, en la llamada Garganta del Delfín, el desarrollo de una barra, ha restringido la conexión entre un cuerpo de agua interno y el mar libre, generando una albúfera, producto del accionar asociado de procesos costeros (mareas, olas) y fluvial. En ese sector desemboca un curso innominado de régimen efímero que colecta las aguas de una reducida cuenca.

La barra tiene una longitud estimada en 1,8 km y un ancho de 12-15 metros.

#### OTROS RASGOS MENORES DE LA CARTA GEOMORFOLÓGICA

Sobre la costa, al sur de los cordones litorales y en un corto tramo, un marcado y local retroceso de la escarpa de erosión costera por una activa erosión fluvial retrógrada producida por unos cortos y efímeros cursos, ha desarrollado un paisaje escalonado, muy irregular, controlado por la presencia de bancos resistentes de la Formación La Colonia Si bien no muestra

los típicos rasgos de un “bad lands”, lo laberíntico e irregular de su relieve induce a asimilarlo a un "bad land con control estructural". En diversos sectores costaneros se observan pequeñas acumulaciones de dunas.

En las cercanías de Puerto Madryn se hallaron evidencias de crioturbaciones que fueron consideradas por Liss (1969, en Haller 1981) como pruebas de condiciones periglaciarias en la región.

El proceso de la remoción en masa tiene reducida expresión en la región. En el acantilado marino, en forma de ocasionales caídas de rocas por la acción del oleaje en la base de sus pendientes. Los breves episodios de intensas precipitaciones, conducen a la movilización en los canales de los cursos efímeros y en las pendientes de las escarpas de erosión que separan los distintos niveles de las “Planicies Regionales”, de flujos del tipo debris flows.

#### 4.6. Procesos Activos

La determinación de zonas con diferentes procesos activos permitió elaborar una Carta de Procesos. Este elemento permite al proyectista orientado a

la planificación de obras, conocer sitios con amenazas naturales y calcular las obras de defensa necesarias o definir alternativas por motivos de economía. Asimismo estos sectores tienen un peso de acuerdo a su magnitud y recurrencia que son tenidos en cuenta en la Carta de Peligrosidad Geológica que constituye el mapa final de síntesis de la región estudiada. En esta región es ampliamente dominante el efecto geodinámico de los procesos superficiales y subsuperficiales, no obstante se incluyen los originados en el interior del planeta y sus efectos en la superficie.

#### 4.6.1. Procesos Geodinámicos Internos

Los procesos de peligrosidad geológica asociados a la geodinamia interna casi no registran episodios en la región de Puerto Madryn, veremos qué datos se conocen en cuanto a actividad o registro instrumental de sismos y vulcanismo.

#### TERREMOTOS

Para la definición de la peligrosidad sísmica de la zona se utilizó material del INPRES y cartografía específica que clasifica la zona donde se desarrolla la Hoja Puerto Madryn. Esta zona es de baja peligrosidad sísmica en general

Intensidades máximas probables para una recurrencia de 100 años.	<b>&lt; VI</b>
Aceleraciones máximas con 90 % de probabilidad para un período de 50 años	<b>&lt; 100 gals</b>
Intensidades máximas ocurridas según la escala Mercalli modificada (Richter).	<b>I. máx. VI</b>

Para una mayor comprensión se detalla la descripción correspondiente a los intervalos de intensidad “IV” y “VI” de la escala de intensidad Mercalli modificada por F. Richter:

“IV. Se percibe en el interior de los edificios, reconociéndose que se trata de un sismo. Los objetos colgantes oscilan y las puertas y ventanas crujen. Se perciben vibraciones como las ocasionadas por un camión pesado. En la parte superior de este grado crujen las cabriadas de los techos, las paredes de madera y tintinean vasos y la loza.”

“VI. Lo perciben todos. Muchos se asustan y salen al descubierto. Las personas caminan inseguras. Las ventanas, platos y artículos de vidrio se rompen. Los adornos, libros y objetos similares se caen de los estantes. Algunos cuadros se caen de las paredes. Los muebles se mueven o se vuelcan. Los revoques débiles y la mampostería se agrietan. Las campanas pequeñas repican (iglesias, escuelas, etc.). Los árboles y arbustos se sacuden visiblemente.”

## ERUPCIONES VOLCÁNICAS

La zona comprendida en la Hoja Puerto Madryn no presenta peligrosidad potencial por vulcanismo en forma directa. Se entiende por ello que está fuera del alcance de las zonas afectadas por las erupciones. La zona no tiene geoformas ni elementos que definan actividad volcánica pasada como conos volcánicos, calderas, cráteres, coladas, depósitos piroclásticos u otros.

Si bien la zona no puede resultar afectada por acciones volcánicas directas

como las mencionadas es potencialmente sensible al efecto de cobertura de nubes de ceniza procedentes de sitios más bien alejados o remotos. Se ha sufrido en la zona durante el año 1991 el efecto de las lluvias o nubes de ceniza del volcán Hudson, ubicado al SO en el límite de Chile con la vecina provincia de Santa Cruz.

La afectación local es semejante a la de la zona sur estudiada (Hoja de Peligrosidad Geológica RAWSON, 1998), durante ese evento la exposición fue irregular y vinculada a vientos procedentes del sector sur y sureste. El proceso previo incluyó vientos del oeste continuados para la zona de depositación y emisión de cenizas.

De este modo un viento continuado desde el sector oeste en la zona de afectación directa con las cenizas produce una movilización hacia el área costera. La influencia del avance de un frente frío desde el sur hace que la nube generada se desplace hacia el norte del litoral costero de nuestra zona de trabajo.

Las nubes de ceniza afectaron la visibilidad costera, terrestre y aérea, durante el período posterior a las erupciones de 1991, la zona de la hoja sufrió alrededor de 8 nubes importantes de ceniza por retransporte eólico de los materiales finos. La intensidad fue variable y las limitaciones de visibilidad también fueron diferentes.

Para determinar la frecuencia de presentación de nubes de ceniza de volcanes cordilleranos de la zona fronteriza argentino - chilena se presentan algunas dificultades debido a la falta de registros históricos y dataciones geocronológicas.

El volcán Hudson registra erupciones en 1891, 1971, 1973 y 1991 que fueron de intensidad y generación de nubes variadas.

La última se considera la más intensa y de mayor alcance. Las erupciones muestran una falta de ritmos como para hacer un pronóstico pero se encuentran dentro de las generalidades de los volcanes si se los analiza en forma particular.

Sin embargo, se puede determinar que la combinación de fuentes emisoras diferentes se presentan entre 10 y 15 años pero influyen localmente y no son tan frecuentes las emisiones de gran magnitud.

Para la influencia de nubes de ceniza volcánica importantes se puede asignar tentativamente una presentación variable, con períodos de unos 15 a 20 años asociados a erupciones remotas y dentro de la etapa de presentación se puede llegar a presentar hasta 8 o 10 tormentas de hasta 3 días de duración en un año calendario siguiente a la erupción. Estos valores tienen asidero si nos ubicamos dentro del área de vientos predominantes para el desarrollo de la pluma de distribución.

La afectación es baja y se asocia a la distancia a la fuente, puede afectar los vuelos regulares, la visibilidad en rutas y dañar los motores por aspirado de material particulado muy fino.

#### *Erupciones volcánicas pasadas (Cuaternario)*

La acción pasada de erupciones distantes se ha registrado también en zonas vecinas en las columnas sedimentarias de perforaciones y excavaciones realizadas para fines diversos.

No hay registros en la zona de restos de cenizas, capas de lapillis o piedra pómez en los sedimentos cuaternarios de Puerto Madryn.

La falta de estos materiales volcánicos de grano medio a grueso en el subsuelo del

cuartario local permite interpretar que no ha existido un aporte directo desde fuentes cercanas.

Pero la presencia de lapillis y fragmentos pumíceos en el subsuelo de las vecinas localidades valletanas del Valle inferior del río Chubut no es un indicio directo de aporte volcánico, en esos casos particulares, indica que los materiales han sufrido transporte y arrastre fluvial a lo largo del río homónimo hasta permitir su emplazamiento presente.

La zona de Pto. Madryn ha permanecido aislada del circuito fluvial ubicado al sur y por ello se determina la ausencia de material volcánico de granulometría media a gruesa.

La falta de registros de aportes de importancia en lo local permite definir la magnitud de peligrosidad ante erupciones volcánicas como de baja a nula intensidad.

#### **4.6.2. Procesos Geodinámicos Externos**

En esta zona de clima árido, el trabajo dinámico de los componentes del ciclo hidrológico y las tormentas en general desarrollan una serie de situaciones recurrentes que afectan la economía y los bienes en áreas rurales y urbanas.

El conocimiento de los agentes erosivos, la geomorfología local, la evolución de los procesos actuantes, la hidrología, el desarrollo de las tormentas, el manejo de las cuencas de aporte permiten una aproximación directa e indirecta al conocimiento de los problemas sobre las zonas habitadas, el área rural y las trazas de los sistemas de servicios públicos.

Los procesos geodinámicos externos

generan en esta región la mayor cantidad de situaciones de peligrosidad geológica. Éstas surgen de la interacción de los agentes climáticos cuando se manifiestan violentamente, p.ej.: precipitaciones, viento, oleaje contra el medio físico en general, dependiendo la magnitud de la vulnerabilidad natural de los mismos, asimismo se pueden potenciar los efectos por una inadecuada ocupación de los sitios con el desarrollo de actividades económicas. Esta información se volcó en una Carta de Procesos (Anexo Mapas), cuyos principales procesos se describen a continuación.

#### **4.6.2.1. Erosión y Sedimentación Fluvial**

Este proceso arealmente importante es la erosión y sedimentación fluvial que principalmente está asociada al Bajo del Gualicho en el noroeste y al Bajo Simpson, en el sureste, generalmente es erosión laminar que puntualmente se encauza por los laterales de los caminos y en algunos sectores pueden ocasionar la formación de cárcavas.

Las características climáticas, por escasas lluvias pero de comparativamente alta intensidad, implican una alta erosividad de las precipitaciones. La situación se ve agravada en aquellos sectores en los cuales la cobertura vegetal es escasa, ya sea por las propias características de la región como por sobrepastoreo. La naturaleza de los materiales superficiales también puede favorecer la erosividad de las lluvias, produciendo cárcavas como ocurre sobre la Ruta Prov. N° 60 que une la Ruta Nacional N°3 con Puerto Lobos. En varios sectores, ocasionales crecidas han afectado las vías de comunicación deteriorándose los caminos, badenes y puentes, como

ocurrió en el año 1988, cuando el corte del camino sobre la Ruta Provincial N° 60 se puede interpretar que estuvo asociado a la falta de sección hidráulica de la alcantarilla que no resistió los grandes caudales generados por la tormenta. Un ejemplo reciente, puede verse en la Ruta Prov. N°1 donde se erosionan las banquetas cuando se canaliza el agua de lluvia por ellas (Registro N°6 de Erosión Hídrica, Anexo I).

En los sectores en los cuales afloran materiales poco consolidados y de granulometrías finas, generalmente desprovistos de vegetación natural, la intensa erosión fluvial puede producir verdaderos bad lands. Finalmente, procesos de aluvionamiento (deposición rápida de sedimentos por desbordes) son frecuentes en los sectores distales de los abanicos aluviales, coincidiendo con quiebres de pendientes. Los mismos pueden afectar sectores ocupados por población, como puede observarse en el Registro N° 7 de Erosión Hídrica, Anexo I, donde la erosión hídrica está localizada sobre el encuentro de la Ruta Provincial N° 1 y la Planta Urbana de Puerto Madryn. Ese sitio tiene la particularidad que se reúnen varios servicios conformando un nudo complejo, en este lugar pasan los conductos del acueducto proveniente de Trelew, el gasoducto y convergen los desagües de la ruta. La erosión hídrica frecuentemente destapa las cañerías y erosiona las cubiertas de los caños de gas y los deja expuestos al ataque de la corrosión.

En algunos sectores se implementan forestaciones para el control de la erosión, como puede verse al oeste de ALUAR.

#### **4.6.2.2. Erosión Costera y Sedimentación Litoral**

El amplio sector del litoral atlántico tiene un marcado proceso de erosión y sedimentación litoral, donde las geoformas dominantes son las playas y acantilados y los sectores de sedimentación (playas), son de gran atractivo turístico por su paisaje y por la presencia de apostaderos de fauna marina. La erosión costera, producida por la acción del oleaje y favorecida por las características de las rocas y materiales superficiales, se encuentra ampliamente distribuida en toda la franja costera, caso que puede observarse en la zona de Punta Ninfas, donde se produce un intenso desgaste del acantilado. El sostenido ascenso del nivel del mar ha generado en numerosos sectores una costa de tipo erosiva con acantilados activos. (Registro N° 10, de Erosión Costera, Anexo I). En el sector costero central, el mayor grado de ocupación de la franja costera ha implicado que los efectos de la erosión costera sean especialmente perjudiciales, es común la presencia de procesos de remoción en masa, que van modificando el litoral marino.

#### **4.6.2.3. Remoción en Masa**

En el litoral atlántico de la Carta Puerto Madryn se observa una sucesión de sectores de la costa con desarrollo de playas y acantilados. En estos últimos, con una litología alternante de bancos duros y más friables, predominan las caídas de rocas que están favorecidas por una marcada amplitud de mareas, en particular por la acción del oleaje que actúa como factor disparador de las mencionadas caídas de rocas y deslizamientos, como puede observarse en la foto del Registro 1 de Movimiento de Ladera, Anexo I. Allí se observa un

deslizamiento en el acantilado de Punta Ninfas (al fondo se puede ver un apostadero de elefantes marinos). Es de destacar que este proceso se alterna, en la zona costera, con el proceso de sedimentación litoral, en las zonas de playas. El litoral de este sector de la costa patagónica es típicamente una alternancia de zonas bajas de acumulación, con zonas acantiladas de erosión, procesos dominantes en todo el litoral de la Carta Puerto Madryn.

#### **4.6.2.4. Erosión de Suelos**

La deflación eólica es el principal proceso de degradación de suelos en la región, donde el tamaño de grano predominante es arena que hace que los mismos sean especialmente sensibles a la erosión eólica. Los horizontes superficiales también poseen características estructurales que favorecen a la deflación eólica. Particularmente los horizontes A1 tienen débil a nula estructura debido a los bajos contenidos de materia orgánica y a las texturas gruesas. La intensa actividad de ganadería ovina en el pasado reciente condujo a un acelerado deterioro de los suelos que, en ciertos casos, se ha vuelto irreversible. Esta situación es más grave en el sector occidental de la hoja, debido a las condiciones climáticas más secas de la misma. En el sector costero el incipiente desarrollo de suelos está fijado por la vegetación autóctona (Registro N°19 de Erosión Eólica, Anexo I).

En el mapa de procesos se ve que esta situación predomina en las amplias superficies de los “Rodados Patagónicos” donde también coexisten la soliflucción y la geliflucción, que también afectan directamente a los suelos.

#### 4.6.2.5. Expansión y Contracción de Arcillas

La expansión y contracción de arcillas a partir de litologías limoarcillosas es realmente conspicua en las zonas urbanizadas donde este proceso afecta directamente a las construcciones, como puede verse en las lomadas de la periferia de la ciudad de Puerto Madryn. (Registro N°2 de Expansión y Contracción de arcillas, Anexo I).

#### 4.6.2.6. Inundación y Aluviones

En una primera clasificación de las crecidas se las asocia a eventos típicamente aluvionales ocurridos por tormentas intensas en la cuenca de los cañadones y barrancos de la cuenca de aporte.

El aporte aluvional se origina en los cuencos típicos de bardas, en la unión de valles y mesetas, se asientan en un área de

fuertes pendientes, con escasa vegetación y marcada erosión, cuyos drenajes en general convergen desaguando hacia el mar, lagunas o cadenas de ellas. Por otro lado, en cañadones y cuencos menores que desembocan o transitan por áreas urbanas o suburbanas, con importante infraestructura desarrollada en sectores de dominio de éstos, se producen desbordes que contribuyen a la peligrosidad. Estos sectores están señalados en la Carta de Hidrología Superficial (Anexo Mapas).

Sobre las áreas rurales la acción de las crecidas aluvionales afecta caminos y viviendas. Mientras que en la zona costera las inundaciones se producen por oleaje y por mareas. En este último caso la Ruta Provincial N°1 se inunda por acción de las mareas (Registro N°6 de Inundación por mareas, Anexo I)

Para una mejor comprensión del fenómeno aluvional o torrencial, se presenta a continuación un cuadro sinóptico de la génesis de las crecidas del área y sus principales características:

**CUADRO SINÓPTICO DE GÉNESIS DE CRECIDAS**

Inundaciones en áreas rurales	Tormentas extraordinarias en el Cuenco de lagunas con aportes de arroyos temporarios. Incremento del área, aporte salino y evaporación.
Crecidas Aluvionales Localizadas *	Tormentas urbanas (locales). Erosión y depositación.
	Tormentas de torrentes en áreas costeras y suburbanas (locales) Erosión y depositación
	Crecidas por lluvias en áreas no típicas o planicies aledañas a las zonas urbanas y suburbanas (aporte de precipitaciones indirectas). Erosión y depositación

(\*) Estas crecidas según su origen tienen muy distintas manifestaciones y tratamientos para su solución o atenuación, discriminando tres grandes grupos y sus variantes.

Las acciones de las precipitaciones encauzadas, de los torrentes de tormenta y las inundaciones de bajos, constituyen el más importante componente de la peligrosidad geológica de esta zona árida.

El sostenido crecimiento poblacional, el desarrollo de obras de infraestructura y el no menos importante desarrollo suburbano y rural, ocupó progresivamente áreas bajas o deprimidas de los valles y zona costera. La creciente y progresiva ocupación de espacios bajos y cañadones del valle y de la zona de transición a los niveles terrazados, son

afectados por tormentas locales. Sin embargo, el proceso de ocupación de áreas bajas y costeras continuó, con escasa planificación y carencias de conciencia pública sobre las limitaciones y restricciones en la utilización de tales espacios. De esa manera se produce un aumento de la Peligrosidad por la ocupación antrópica. (Registro N° 1 de Inundación, Anexo I). Motivo por el cual hemos incluido un análisis de los Procesos Antrópicos, preferentemente en el entorno de la ciudad de Puerto Madryn.

## 5. PROCESOS ANTRÓPICOS

En la zona urbanizada de Puerto Madryn se han producido obras que modificaron las condiciones naturales del territorio, lo cual trajo como consecuencia procesos geológicos condicionados y/o provocados por la actividad antrópica.

Esto no es sino consecuencia de las limitaciones del espacio urbano ya que el desarrollo de la ciudad presenta un factor limitante espacial de tipo natural debido a las particularidades del espacio físico. La ciudad se ubica en un ámbito morfológico que se ha denominado "anfiteatro de Puerto Madryn" debido a que allí se interrumpe la continuidad de los acantilados marinos que tienen un desarrollo continuo sobre el norte y el sur del sector costero.

De este modo el área de mayor facilidad de ocupación urbana está limitada y se puede expandir el núcleo central pero con un mayor costo y con deficiencias en el hábitat. Si bien se puede urbanizar la zona mesetiforme de los niveles terrazados, se disminuye la calidad ambiental por falta de reparo ante los vientos y se incrementan los problemas ambientales de las áreas bajas costeras. Es de esperar que a medida que se incrementa la población y el área cubierta se incrementen los costos de los servicios en mayor grado que lo habitual debido a que se deberá recurrir a soluciones más caras, generar sistemas de mayor complejidad y quizá se presenten problemas complejos con el medio físico.

El espacio se debe considerar en esta ciudad como un valor patrimonial y se deberá planificar a fin de evitar situaciones de peligrosidad geológica creciente.

En el desarrollo inicial de la ciudad las obras actuaron como defensas ya que,

por ejemplo la traza del ferrocarril patagónico con su terraplén que permitía el acceso hasta el puerto, fue un elemento de control de las crecientes muy importante sobre el casco antiguo de la ciudad. Este elemento construido conforma una acumulación positiva que sirvió para evitar la inundación de la trama urbana inicial de la ciudad.

Antiguamente muchas casas, galpones o depósitos del área central más baja, debían construirse sobre pilares para permitir el paso de los derrames laminares de las crecidas por tormentas.

Luego de la construcción del terraplén del FF.CC. se puso a salvo el área sur y sobre esta zona protegida se desarrolló el núcleo fundacional más moderno. Este hecho generó un encauzamiento de los aportes y los flujos laminares se tornaron encausados y la erosión vertical se incrementó. Se formó un profundo cauce temporario sobre la zona del actual Automóvil Club, Prefectura Naval o Muelle Pesquero.

Este cauce no existe actualmente por acción de los rellenos y pavimentación de la zona, según relatos verbales de antiguos pobladores tenía un ancho estimado de 15 a 30 metros y una profundidad de hasta 4 metros.

La desembocadura del arroyo temporario se presentaba sobre el terreno en un sitio particular, ubicado en forma coherente con la geomorfología y la depositación de sedimentos en la zona costera. Se ubicaba en el límite norte de los rellenos sedimentarios de la bahía menor que se desarrolla hacia el paraje El Indio y sobre el límite del sector con desarrollo de barrancas. De este modo la salida

presentaba naturalmente una serie de patrones de diseño apoyada por la acción antrópica de la obra del FF.CC.

Este escenario se ha complicado por el desarrollo urbano intenso, el cierre de las salidas de desagüe "natural" y por las modificaciones en el ciclo hidrológico (escurrimiento y tiempo de concentración de las tormentas en la cuenca) que se manifiesta durante las lluvias intensas que escurren por las calles con problemas de diferente magnitud según los sectores.

En lo referente a los rellenos antrópicos se destacan los realizados para el desarrollo de la traza del acceso sur de la ciudad que la une con la Ruta Nacional N° 3. Sus características hacen que estos terraplenes actúen como embalses durante las crecidas que aportan desde la Cuenca N°2 denominada localmente "del Hipódromo". La traza no tiene alcantarillado suficiente, se generan importantes acumulaciones aguas arriba de estas obras y superan el nivel de la ruta pavimentada, luego se desplazan hacia el centro de la ciudad, generando inundaciones de distinta magnitud.

En realidad el emplazamiento de la ciudad en su desarrollo hacia el norte ha generado un endicamiento complejo y de densidad variable ante los aportes del escurrimiento superficial de las laderas vecinas.

El gobierno municipal y la administración provincial han encarado un programa de regulación de crecientes y de desagües pluviales que aportan soluciones estructurales de fondo a este problema y al resto de la ciudad.

Actualmente se está trabajando en la solución parcial de este problema y sobre todo para facilitar el escurrimiento durante las lluvias de magnitud importante y se

están construyendo cierres para limitar las crecidas.

### ***Los desagües pluviales urbanos y sus complejidades***

Como hemos visto la ciudad de Puerto Madryn presenta desde su etapa fundacional una serie de problemas asociados a los desagües pluviales, por ello se le prestó gran interés a todo lo concerniente a estudios y proyectos vinculados. Inicialmente el sistema fue proyectado y desarrollado por O.S.N. y luego transferido a la Municipalidad, que ahora lo administra juntamente con la Cooperativa de Servicios Públicos.

De este modo se fue construyendo un sistema que desagota gran parte de la ciudad en forma gravitacional con tuberías de hormigón de hasta 1,50 metros de diámetro. El sistema ha funcionado dentro de límites aceptables hasta los años de la década de 1960 en que comenzó la expansión urbana a raíz de los programas de promoción y desarrollo de industrias.

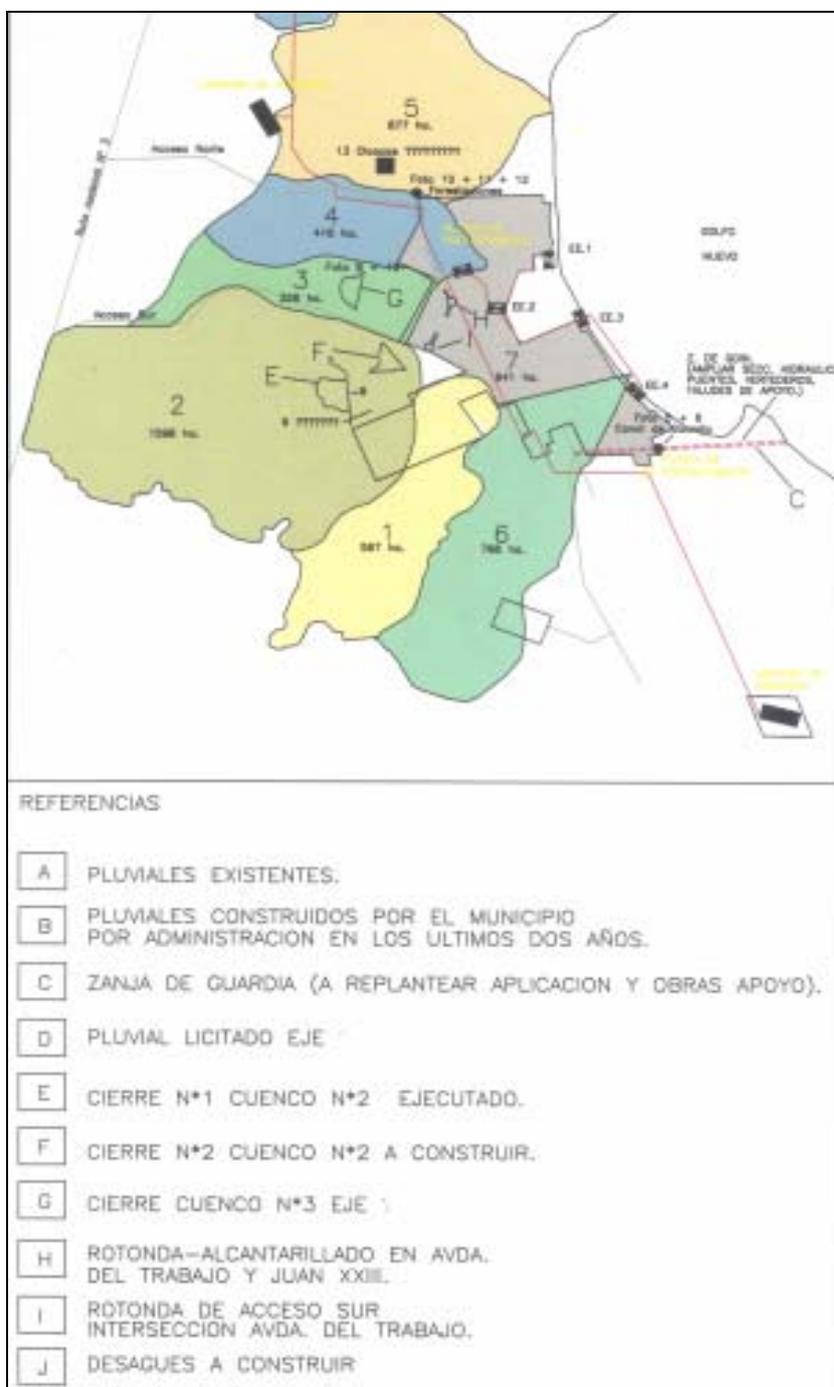
El crecimiento urbano rápido sumado a la falta temporaria de servicios de evacuación y tratamiento de aguas cloacales llevó a una recarga intensa de los acuíferos, al ascenso del nivel freático y a procesos sostenidos de contaminación.

Las obras del sistema cloacal actual se han desarrollado y cubren casi toda la zona costera, sin embargo es frecuente que en todos los sistemas de servicios se presenten pérdidas que aportan al sistema natural suelo-agua recargando los acuíferos existentes.

Los datos que se dispusieron para este trabajo se pueden ver en el croquis de la ciudad de Puerto Madryn, donde se ven las subcuencas, reservorios (cuencos) a construir y los canales para la defensa y

evacuación de los excedentes hídricos, donde se muestra un diagrama de las obras de infraestructura existentes y proyectadas

para hacer frente a inundaciones de tipo “aluvional” como la ocurrida en 1998 y el registro fotográfico del evento.



## 6. CONTAMINACIÓN

### *El riego con aguas residuales*

Los desechos cloacales y los efluentes en general generados por la población y algunas industrias llegaban al golfo Nuevo en forma indirecta por aportes subterráneos y en forma directa al inicio de la construcción de las redes cloacales. Rápidamente se construyó una planta de tratamiento y se evitó la eutrofización intensa del golfo.

El golfo no tiene una buena recirculación de sus aguas, las corrientes son débiles e internas y solamente se recambia entre un 5 y 10 % del volumen total por acción de las mareas. De este modo el impacto generado por las aguas de los efluentes domiciliarios e industriales se hace sentir y sus efectos generan cambios en el contenido físico-químico del agua marina y potencialmente pueden variar los contenidos bacteriológicos en casos de derrames programados o accidentales.

Actualmente hay procesos incipientes generados por el ingreso de aguas negras en muy bajo volumen. Éste está ocasionado por las pérdidas de las redes de desagüe que ingresan a los pluviales y finalmente desembocan al mar. Por otro lado se incorporan al circuito marino las aguas residuales de las plantas de tratamiento.

Desde larga data se realizaron riegos de cortinas forestales a fin de disminuir los volúmenes de efluentes tratados (mediados de los años 60). Los tratamientos biológicos no eliminan el fósforo y se produce una fertilización de las floras marinas con la consiguiente floración de algas que arruinan las visuales del paisaje y el uso de la costa para recreación.

En la década del 70 se inició una fuerte política de forestación entre la

Cooperativa de Servicios Públicos y la Municipalidad, utilizando para riego el aporte del agua de los efluentes ya procesados de la planta de tratamiento.

Las ampliaciones sucesivas han generado excedentes estacionales semi permanentes en épocas de bajas temperaturas, vientos con baja intensidad y baja evaporación. Este problema se soluciona a partir de un proyecto en marcha que almacena el agua en una laguna ubicada sobre los niveles terrazados y permite un mejor dominio de riego para las forestaciones y desarrollar nuevas alternativas de implantación de árboles y arbustos.

Hacia 1999 se organizó un sistema denominado de lagunas facultativas o Lagunas de Cota 130 para alojar los excedentes ocasionales o estacionales y evitar los derrames al mar. Las lagunas se han desarrollado en un sitio con una red de drenaje muy incipiente y de baja vinculación con los sistemas hídricos costeros y de taludes. Los trabajos de evaluación se desarrollaron en forma conjunta entre la prestadora de servicios y la Facultad de Ciencias Naturales de la U.N.P.S.J. Bosco

La cuenca no tiene un grado de torrencialidad significativo en tormentas de baja, media y alta recurrencia. Se determinaron caudales de importancia para el desarrollo de modelos hidrológicos con lluvias de muy altas recurrencias.

Comparada esta situación con las cuencas vecinas ubicadas al este y sudeste que rodean a la ciudad de Puerto Madryn y confluyen hacia el Parque Industrial Liviano y Muelle Norte, las escorrentías de la

cuenca estudiada para el diagrama de tormentas simulado es de muy reducido impacto sobre las aguas superficiales marinas, las subterráneas, el suelo y la zona urbana. Ello se produce por las características muy diferentes de sus suelos que son de tipo arcillosos con una escasa componente arenosa.

Se diseñaron para funcionar de modo combinado para que trabajen a partir de la evaporación y de una infiltración subordinada. Se ha determinado que se requiere de una superficie de 500 Has. para que el sistema funcione en equilibrio con la superficie evaporante. Se ha previsto que los excedentes se deriven para riego a fin de prolongar la vida útil del proyecto manteniendo la capacidad del reservorio y evitando los derrames al mar.

Los valores medidos de permeabilidad media del piso de la laguna alcanzan un  $k = 9 \times 10^{-5}$  que es un valor elevado y permite mantener la carga líquida para los fines previstos en este proyecto.

### **Infraestructura**

Esta información constituye un elemento de apoyo a todo el sistema de mapas temáticos, con la finalidad de desarrollar una base de datos, ubicar los sitios con problemas o ampliar la información.

Entre las obras identificadas como de vulnerabilidad a las acciones generadas por crecidas o aluviones se encuentran diferentes acueductos de conducción, gasoductos, accesos y sistemas complejos de evacuación de aguas residuales urbanas de uso doméstico e industrial.

Puerto Madryn no es ajena a la problemática de otras ciudades de la Patagonia árida costera, presenta limitantes espaciales, una tasa de urbanización creciente, tormentas o crecidas y altos

costos de las obras de alivio o control.

Los sitios de reposición de residuos urbanos sólidos o semisólidos, debido a que se han dispuesto en zonas de canteras, pueden generar contaminación durante períodos húmedos por aporte de lixiviados o formación de acuíferos locales.

Las zonas urbanas han presentado frecuentes acciones de las avenidas de agua con registros de daños variables. Se han generado desde hace unos 25 a 30 años una serie de proyectos y obras de control o de atenuación de daños.

Por ello se ha procedido a registrar en esta carta las zonas con obras que se encuentran concluidas y con trabajos inconclusos. Esta clasificación permite identificar los lugares que a la fecha se encuentran con posibilidades de ser afectados por estar inconclusos los trabajos.

Se debe destacar que las obras de este tipo presentan factores de seguridad variables, pero pueden ser superadas por eventos extraordinarios no contemplados como los presentados en abril de 1998. El trabajo de mantenimiento sobre las obras es importante y el concepto de seguridad es variable en el tiempo y ajustable a los criterios de mantenimiento.

Finalmente se debe considerar que las lagunas del valle de origen antrópico pueden desbordar por aporte de precipitaciones, por acción antrópica en períodos de baja evapotranspiración o por saturación del espacio físico (volumen).

El escenario descrito genera actualmente un cuadro de peligrosidad por elevación de la freática, distribución de líquidos residuales en el subsuelo y variaciones en la salinidad de los suelos. Esto hace que los pluviales desarrollados antiguamente hoy se hayan convertido en drenes que mantienen acotada la capa

freática pero aportan al océano su carga iónica y bacteriológica descontrolada.

## **7. LA PROBLEMÁTICA DE LA CIUDAD DE PUERTO MADRYN Y SUS ALREDEDORES**

Como se menciona anteriormente, la zona urbana de la ciudad de Puerto Madryn tiene diferentes problemas relacionados con la erosión y depositación hídrica. Los problemas no se presentan en la totalidad de la planta urbana sino que su desarrollo areal presenta situaciones diferentes y con grado variable de afectación.

En las zonas urbanas se agudizan los problemas por el recubrimiento gradual de la cuenca superficial, se produce una disminución de la infiltración y un incremento en los tiempos de concentración del agua de las tormentas.

De este modo se generan inundaciones temporarias y se produce la saturación de los sistemas de desagüe. Las inundaciones ocurridas en la zona afectaban frecuentemente a las propiedades y a los servicios existentes y se originaban en lluvias prolongadas o tormentas fuertes.

También es de destacar que la ocupación gradual e intensa de los espacios naturales crea conflictos con el ambiente hídrico. La ocupación del "anfiteatro de Puerto Madryn" para urbanización, el desarrollo de la infraestructura, accesos, viviendas individuales, establecimientos fabriles y servicios en general son los principales hechos antrópicos que terminan siendo afectados en este ambiente de clima árido.

La ciudad, su planta urbana, barrios periféricos y área industrial se hallan en franco proceso de expansión urbanística. Este proceso se genera siguiendo ritmos de poblamiento en general no controlados y se

produce una ocupación de las áreas que no son las más aptas para el desarrollo urbano

por deficiencias en las condiciones del ambiente físico.

Las áreas bajas se ven seriamente afectadas por los temporales que se presentan en forma esporádica y aunque las lluvias sean de baja intensidad, derivan en inundaciones periódicas y avenidas de agua.

Las lluvias de abril de 1983 fueron de gran intensidad y afectaron con aluviones toda el área del parque industrial liviano, los barrios circundantes, destruyeron parte de las obras de desagüe y de infraestructura existentes. Como resultado de ellas se evacuaron viviendas en las zonas críticas y se interpretó en su momento que los impactos se agravarían a medida que se ocupasen gradualmente las áreas bajas.

Estos hechos dieron comienzo a trabajos y acciones conjuntas entre la Municipalidad de Puerto Madryn con los organismos técnicos de la provincia nucleados a través del MESOP (Dirección de Recursos Hídricos y Dirección General de Estudios y Proyectos). Se iniciaron en 1984 y hasta la fecha se siguen ajustando trabajos y estudios entre ambas partes.

Se definió un convenio para estudios de control aluvional y desagües pluviales que puntualizó estudios básicos, la selección de alternativas, líneas de acción y obras. Por último se desarrollaron las alternativas a nivel proyecto ejecutivo de algunos cierres de presas de control y laminación de crecidas.

Del estudio cabe destacar algunos aspectos conceptuales referidos a la problemática de este sitio y que tienen

validez urbana amplia en los análisis de todo el país. Resulta destacable que la mayor parte de la percepción del problema esté dada sobre los **"efectos o manifestaciones"** y no sobre **las causas o la génesis del problema**. Desde el punto de vista técnico, resultaba llamativo en esa época, la errónea apreciación del problema debido a que se trataba de evacuar el agua acumulada o encausada con soluciones altamente onerosas y que no resolvían el problema en forma integral por falta de tratamiento en sus orígenes (las cabeceras de la cuenca).

Las alternativas que únicamente tratan de evacuar el agua rápidamente sólo atienden a los efectos y son muy elevadas de costos. Por el contrario las obras de control de aluviones y desagües por laminación de la escorrentía del drenaje resultan más económicas y tratan integralmente a la cuenca de aporte.

La laminación permite disminuir los volúmenes de escurrimiento, aumentar los tiempos de base del hidrograma, disminuye

los caudales picos, disminuyendo los arrastres sólidos y los efectos torrenciales.

En síntesis las acciones se pueden plantear de este modo:

- a. Obras de almacenamiento: permiten la retención de volúmenes de escurrimiento y su laminación por erogación controlada. Se trata de represas y algunas variantes en su diseño y aplicación.
- b. Obras de retardo en laderas: permiten el retraso de la onda de crecida, amortiguando la etapa inicial en el hidrograma de crecida superficial. Constituyen técnicas especiales, generalmente agroforestales de tratamiento prolongado de laderas y faldeos.
- c. Obras mixtas de laminación y disipación: permiten la laminación por retraso y la discriminación de aportes por mayor intercepción y evapotranspiración.

**CUADRO RESUMEN DE ÁREAS DE LAS CUENCAS**

CUENCA	SUPERFICIE (Ha.)	OBRAS
1	567	
2 (Zona sur del Acc. Sur)	1598	1 Cierre ejecutado y 1 en proyecto
3 (Zona norte del Acc. Sur)	328	1 Cierre ejecutado
4 (Zona sur del Acc. Norte)	416	
5 (Zona norte del Acc. Norte)	877	
6	768	Atenuación parcial mediante "Canal de guardia" con desvío al mar
7 (Zona central)	641	Desagües pluviales ejecutados y en obra

TOTAL	5195	
-------	------	--

En lo particular se han realizado diversos estudios básicos orientados a los proyectos de control de daños y disminución de la peligrosidad. Se aplicaron modelos matemáticos al desarrollo de tormentas para determinar los parámetros de las futuras obras.

En el anfiteatro, las cuencas, presentan una particular morfología entre la meseta y la costa, con bardas bien marcadas y de fuerte pendiente, suelos característicos de la terraza conformados en gran parte de gravas con matriz arcillosa, con partes arenolimosas, escasa vegetación y suelo desprotegido aún más por el sobrepastoreo. Las tormentas que en esta área se suceden, le confieren una alta respuesta torrencial con fuertes picos de caudales y aportes sólidos de material fino que caracterizan la coloración y turbidez luego de las lluvias.

El anfiteatro de aporte a la zona costera de la ciudad tiene varias cuencas que generan los problemas durante las tormentas. Se trata de 7 cuencas que incluyen el área baja costera.

Las cuencas 2, 3 y 4 aportan al Parque Industrial Liviano y en general al área urbana central, que recibe también al agua de la Cuenca N° 1. La Cuenca N° 5 aporta a la zona de Aluar y Parque Industrial Pesado de la zona norte y la Cuenca N°6 corresponde a las escorrentías de la zona sur de la ciudad.

El área central de recepción que resulta afectada la mayor parte de las veces se denomina Cuenca N° 7 o zona de concentración de grandes volúmenes, es donde se produce la deposición de los volúmenes de acarreo limo arenoso proveniente de la cuenca de aporte alta y media mediante los procesos de erosión intensa.

Se puede interpretar a modo de conclusión que los avances en la solución de los problemas son costosos y de desarrollo gradual en el tiempo. Las soluciones pasan por la reunión de esfuerzos, aportes de diversas fuentes y del manejo adecuado en el futuro del sistema de la cuenca de aporte superficial.

## BIBLIOGRAFÍA

- Academia Nacional de Ciencias. Córdoba (1980) II 2º Simposio de Geología Regional República Argentina
- Albero, Angiolini, Balbuena, Codignoto, Linares y Weiler (1980). Primeras edades de C 14 de afloramientos de conchillas en la República Argentina. Rev. Asoc. Geolog. Argentina, Rev. XXXV (3) : pp. 363.364.
- Altimir, O. 1970. "Análisis de la Economía del Chubut y de sus Perspectivas de Desarrollo. Asesora de Desarrollo de la Pcia. del Chubut. Rawson. Chubut.
- Arbuniés de Mac Karthy, R. 1994. Estadísticas Agrometeorológicas del Valle del Río Chubut. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Centro Experimental Patagonia Sur. Estación Experimental Agropecuaria Chubut.
- Bayarsky, A. y Codignotto, J.O. (1982). Pleistoceno-holoceno marino en Puerto Lobos, Chubut. Revista de la Asociación Geológica Argentina, XXXVII (1): 91-99. Buenos Aires.
- Bayarsky, A. y J.O. Codignotto (1982) Pleistoceno - holoceno marino en Pto. Lobos. Chubut RAGA XXXVII (I). Buenos Aires
- Beeskow, A.M., Del Valle, H. y Rostagno, C. 1987. "Los Sistemas Fisiográficos de la Región Árida y Semiárida de la Pcia. del Chubut". SECIC. Rawson. Chubut.
- Cabrera, A. L. 1976 – "Regiones Fitogeográficas Argentinas". Fascículo I. Enciclop. Arg. de Agricultura y jardinería. T.II. De ACME. Buenos Aires.
- Caldenius, C.C., (1932) Las glaciaciones cuaternarias en la Patagonia y Tierra del Fuego. Geografiska Annaler 14: 1.164
- Codignoto, Jorge y otros (1987) R.A.G.A. XLII (3.4) Pag. 462.468. Nuevo método cronoestratigráfico, morfocronología en secuencia deposicional cordoniforme.
- Coronato, F. G. (1994). Séptima Reunión Nacional de Campo del CADINQUA. Puerto Madryn. Centro Nacional Patagónico. CONICET Noviembre de 1994. Elaboración de la guía de campo y expositor para los aspectos climáticos del sector SE de la provincia del Chubut.
- Corte, A.E. (1963) Relationship between four group patterns, structure of the active layer and type and distributions of ice in permafrost. Buletín Peryglacialni 12: 7.90.
- Corte, A.E. y Beltramone, C. (1984) Edad de las estructuras geocriogénicas de Puerto Madryn (Chubut). 2da. Reunión del Grupo Periglacial Argentino, IANIGLA / CRICYT/ CONICET, Mendoza, 66.72.
- Cortelezzi C. R.; De Salvo, O. y De Francesco, F. (1965 al 68) Estudio de las gravas Tehuelches entre el río Negro y el río Colorado, desde el Oc. Atlántico hasta la cordillera. a) Acta Geol. Lilloana , T VI, pp 65.68, Tucumán. b) Terceras Jornadas Geológicas Argentinas, T. III, pp. 123. 145, Buenos Aires.
- Cortéz, J.M. (1987) Hoja geológica 42 h . Puerto Lobos a escala 1: 200 000. Bol 202 Secretaría de Minería. Dirección de Minería y Geología.
- Del Valle, H. y Bentramone, C. (1987) Morfología de las acumulaciones calcáreas en algunos paleosuelos de Patagonia Oriental. CENPAT. CONICET Puerto Madryn. Rep. Argentina.
- Del Valle, H., Filguera, H.L., Rostagno, C.M. and Corte, A. (1988) Cryoturbated aridsols of

northeastern Patagonia: Micromorphological features. CENPAT. IANIGLIA CONICET e INTA Alto Valle

--Del Valle, H. (1993) Características micromorfológicas de las acumulaciones calcáreas de los depósitos de gravas plio.pleistocenas de la Patagonia Oriental. CENPAT. Cuarta Reunión Argentina de Sedimentología.

--Del Valle, H. y Beltramone, C. (1987) Morfología de las acumulaciones calcáreas en algunos paleosuelos de Patagonia Oriental (Chubut). Ciencia del Suelo 5: 77.87.

--Del Valle, R. (1988). "Análisis de Alternativas de Limpieza y Restitución del Cauce del Río Chubut en su Valle Inferior". CORFO CHUBUT.

--Fairbridge, R.W. (1968). The Encyclopedia of Geomorphology. Reinhold Book Corporation, N.Y., 1295 páginas.

--Feruglio, E (1950) Descripción geológica de la Patagonia, Dirección de Geología de YPF, III. Buenos Aires Argentina

--Fidalgo, F. y Riggi, J.C, (1965) Los rodados patagónicos en la Meseta de Guenguel y alrededores ( Santa Cruz). Rev. Asoc. Geol. Arg. T. XX N° 3, Buenos Aires.

--Fidalgo, F. y Riggi, J. C., (1970) Consideraciones geomórficas y sedimentológicas sobre los rodados patagónicos, Rev. Asoc. Geol. Argentina pp. 430.443.

--Fisk, H. (1961) Bar finger sands of Misissippi Delta deposits. Geometry of sandstone bodies Tulsa. Am. Asoc. Petroleum Geologist.

--Flint, Richard F. y Fidalgo Francisco (1968) Drift glacial al este de los Andes entre Bariloche y Esquel. Secretaría de Estado de Minería. Boletín N° 119. Buenos Aires.

--Franchi, Haller, Lapido, Page, y Pesce (1975) Geología de la Región Nororiental de la Provincia del Chubut. Serv. Geol. Nac., II Congreso Iberoamericano de Geol. Económica. Tomo IV. pp 125.

--González Díaz, E.F. (2001). Mapa Geomorfológico de la Provincia del Chubut (ejecutado en un 75%) a escala 1:250.000. Dirección de Geología Ambiental y Aplicada (SEGEMAR). Inédito.

--González Díaz, E.F. Y Malagnino, E.C. (1984). Geomorfología de la Provincia de Río Negro. 9° Congreso Geológico Argentino (S.C. de Bariloche, Río Negro), 159 páginas, con Mapa Geomorfológico a escala 1:1.000.000)

--Groeber, Pablo (1952). Revista del Museo Municipal de Cs. Naturales de Mar del Plata. Vol. 1. Argentina. "Glaciar y tardiglaciar en la Patagonia"

--Haller, M. 1997 Hojas geológicas 1:250.000: 4366-II. Puerto Madryn y Península de Valdés (en prensa). HALLER, M. 1981. Descripción Geológica de la Hoja 43h – Puerto Madryn, Provincia del Chubut. Servicio Geológico Nacional, Boletín N° 184. Buenos Aires.

--Haller, M. (1981). Descripción Geológica de la Hoja 43h – Puerto Madryn, Provincia del Chubut. Servicio Geológico Nacional, Boletín N° 184. Buenos Aires.

--Haller, M., Meister, C.M., Monti, A.J. Y Weiler, N. (2005). Hoja Geológica 4366-II, Puerto Madryn, Provincia del Chubut. Instituto de Geología y Recursos Minerales (SEGEMAR), Boletín N° 289. Buenos Aires.

--Ichazo, G. (1994). Séptima Reunión Nacional de Campo del CADINQUA. Puerto Madryn. Centro Nacional Patagónico. CONICET Noviembre de 1994.Elaboración de la guía de campo y expositor para el Valle Inferior del Río Chubut. "Análisis de la dinámica

geomorfológica del diseño actual del río Chubut en el Valle Inferior del Río Chubut (VIRCH).

- INDEC (1991) “Censo Nacional de Población y Vivienda 1991” Rawson. Chubut.
- Lapido, O.R. y Page, R.N. (1979). Relaciones estratigráficas y estructurales del bajo de la Tierra Colorada, provincia del Chubut. 7° Congreso Geológico Argentino, Actas I: 299-313. Buenos Aires.
- Laveglia, Fernando H. – (1993). "Notas sobre la evolución de la Economía de la Provincia del Chubut 1980. 1991. en revista Chubut Fuerza Viva. Año XIX. N°182/93. Chubut.
- Lewis, W. J., Foster, S. (1988). Análisis de contaminación de aguas subterráneas por sistemas de saneamiento básico. CEPIS, Lima. Perú.
- Luthin, J. (1974) Drenaje de tierras agrícolas. Ed. Limusa. México.
- Methol, E.J. (1967). Rasgos geomorfológicos de la Meseta de Somuncura, río Negro. Consideraciones acerca de los orígenes de los pequeños “bajos sin salida”. Revista de la Asociación Geológica Argentina XXII (4): 295-311. Buenos Aires.
- Page, R.N. (1987). Descripción Geológica de la Hoja 43g “Bajo de la Tierra Colorada”, Provincia del Chubut. Dirección Nacional de Minería y Geología, Boletín N° 200. Buenos Aires.
- Palmer, C., M. (1992). Principles of Contaminant Hydrogeology. Lewis Publishing, Inc. United States of America.
- Polanski, J. (1963). Estratigrafía, Geotectónica y Geomorfología del Pleistoceno Pedemontano entre los ríos Diamante y Mendoza (Provincia de Mendoza). Revista de la Asociación Geológica Argentina, 17 (3-4): 127-319. Buenos Aires.
- Proyecto de Investigación "Investigación y Desarrollo de Técnica Hídricas de Manejo y Control en el Valle Inferior del Río Chubut". Tomos 1 a 11; Serra, Ichazo, Clérico, Sainz Trápaga, Malnero y otros. Consejo de Investigaciones de la UNPSJB (CIUNPAT), 1986.1990.
- Sala, J.M. ,Hernandez, M.A. y Kruse, E. (1982) Groundwater regime forecasting regime with inadequate data in Argentina. IAHS.Public. N° 136.
- Schiller, W. (1923). Sobre derrumbamientos de capas en la Patagonia causados por el sublevado. Contribución al estudio de las cuencas sin desague. Revista Museo de La Plata, XXVII: 161-171. Buenos Aires.
- SECOPLADE Chubut “Censo Nacional de Población y Vivienda 1970”. Chubut – “Censo Nacional de Población y Vivienda 1980”. Rawson. Chubut. "Zonificación" Usos del Suelo. Trelew. Chubut. “ Programa de Servicios Agropecuarios Provinciales (PROSAP)”. Rawson. Chubut.
- Serra, J.J. (1992). Informe de "Revisión y Actualización de la Información Técnica Existente. Plan de Obras de Control de Emergencias de Control de Crecidas Aluvionales". Vol . I a VIII, MESOP, 1992.
- Shepard, F. (1973) Submarine geology. Ed. Harper and Row.New York. USA.
- Shore Protection Manual (1977) U.S. Army. I Dept. of Army Corps of Engineers. Coastal Engineering. Research Center. USA.
- Sinkosky, Teodoro. 1985. "Atlas Urbano de la Pcia.del Chubut. Instituto de la Vivienda y Desarrollo Urbano. Rawson. Chubut.

- Stampone Julio e Ichazo Gustavo. (1995). Jornadas Geológicas Bonaerenses. Junín, del 15 al 17 de Noviembre de 1995. “Contaminación hídrica subterránea en el Parque industrial de Trelew”
- Stampone, J, Ichazo, G, Cambra, H y Góngora, H (1995) “Aporte al Conocimiento de la Hidrología en la Zona de las Lagunas de Estabilización de Trelew. *Naturalia Patagónica*. Fac.Ciencias Naturales. UNPSJB. Trelew. Chubut.
- Stampone, J., Ichazo, G. (1995). Detección de contaminación hídrica subterránea en las lagunas de evaporación de Trelew. II Seminario Hispano Argentino sobre temas actuales de la hidrogeología subterránea. Tucumán. Argentina.
- Stampone, J., (1999) . Estudio del Impacto Hidrodinámico Superficial y Subterráneo de los Efluentes de la Ciudad de Puerto Madryn en la Zona de Terraza . Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco. Facultad de Ciencias Naturales. Convenio UNPSJB-SERVICOOP de Puerto Madryn.
- Súñico, C.A. (1996). Geología del Cuaternario y ciencia del suelo: relaciones geomórficas, estratigráficas con suelos y paleosuelos. Tesis Doctoral inédita. Universidad de Buenos Aires, 227 páginas, 1 Anexo.
- Vallejo, M. y Coronato, F. (1994). Atlas de la Provincia del Chubut. Editores M. Vallejos y F. Coronato.
- Vogt, Thea y Del Valle, H. (1994) Calcretes and cryogenic structures in the area of Puerto Madryn ( Chubut, República Argentina). *Geografiska Annaler* 76A (1.2): 57.75.
- Volkheimer (1964/65) Bosquejo geológico del noreste del Chubut extraandino (zona Gastre. Gualjaina) *Asoc. Geol. Arg.* Tomo 20, pp 326.351, Buenos Aires.
- Windhausen, A. (1931) *Geología Argentina*. Ed. Peuser. Buenos Aires.
- Weiler N. y Meister C. (1999) Niveles marinos holocénicos en el sudoeste del golfo San José, Península de Valdés . Chubut . XIV Congr. Geol. Arg.. *Actas. Salta* .
- Zampini, V. (1973). Chubut, breve historia de una provincia argentina. Subsecretaría de Educación y Cultura de la Provincia del Chubut.

## **Anexo I**

# **Fichas de Peligrosidad Geológica**

## Tipo de Peligrosidad EROSION COSTERA

Registro N°:

4366-II E 10

Fecha de registro:

16-08-2000

Hoja N°

4366-II

Nombre de Hoja

PUERTO MADRYN

Latitud

-42,920

Longitud

-64,540

Precisión de coord.

minuto

**País afectado:** Argentina

**Provincia afectada:** Chubut

**Municipios / Departamentos afectados:** Biedma

**Paraje:** Norte de Punta Ninfas

**Tipo de Peligrosidad:** Salinización-Sequía

**Fecha del evento:** no determinada

**Autores:** Gustavo Ichazo-Marta Jones

**Zona Afectada:** Acantilado costero al Norte de Punta Ninfas. Mar Argentino- Golfo Nuevo

**Daños materiales y Efectos indirectos (descripción)** Caída de rocas y deslizamientos asociados al efecto retrocedente del acantilado.

**N° Muerto:** no se sabe

**N° Heridos**

no determinado

**Perdidas Económicas:** no determinada

**Forma de erosión:** retroceso de acantilado (paredes abruptas).

**Ubicación:** acantilado costero en Punta Ninfas. Mar Argentino- Golfo Nuevo

**Causas:** acción marina; climáticas; litológicas

**Causas (descripción):** erosión marina, precipitaciones y litológicas (niveles de diferente competencia intercalados)

**Superficie afectada:** no determinada

**Longitud afectada:** no determinada

**Profundidad:** no determinada

**Litología:** areniscas, arcillita, coquinas

**Edad:** Terciario

**Referencias:** Pescadores de la zona.

**Bibliografía:** No

**Notas:** Las precipitaciones, los bancos resistentes subhorizontales de areniscas y coquinas sobre bancos de arcillitas más friables y la erosión marina favorecen los procesos de caída de bloques y deslizamiento a lo largo de los acantilados activos.

Ubicación



Caída de rocas a lo largo delos acantilados activos al norte de Punta Ninfas

**Tipo de Peligrosidad: EROSION EOLICA**

**Registro N°:**

4366-II E 19

**Fecha de registro:**

30-08-2000

**Hoja N°**

4366-II

**Nombre de Hoja**

PUERTO MADRYN

**Latitud**

-42,650

**Longitud**

-64,983

**Precisión de coord.**

minuto

**País afectado:** Argentina

**Provincia afectada:** Chubut

**Municipios / Departamentos afectados:** Biedma

**Paraje:** Playa El doradillo

**Tipo de Peligrosidad:** Erosión – sedimentación eólica

**Fecha de observación:** no determinada

**Autores:** Gustavo Ichazo-Marta Jones

**Zona Afectada:** Playa El Doradillo

**Daños materiales y Efectos indirectos:** Degradación de recursos naturales (suelos, vegetación, agua, fauna)

**Daños materiales y Efectos indirectos (descripción):** degradación del suelo.

**N° Muertos:** 0

**N° Heridos:** 0

**Perdidas Económicas:** no determinada

**Forma de erosión:** dunas

**Ubicación:** bordes de acantilados

**Causas:** acción eólica

**Superficie afectada:** no determinada

**Longitud afectada:** no determinada

**Profundidad:** no determinada

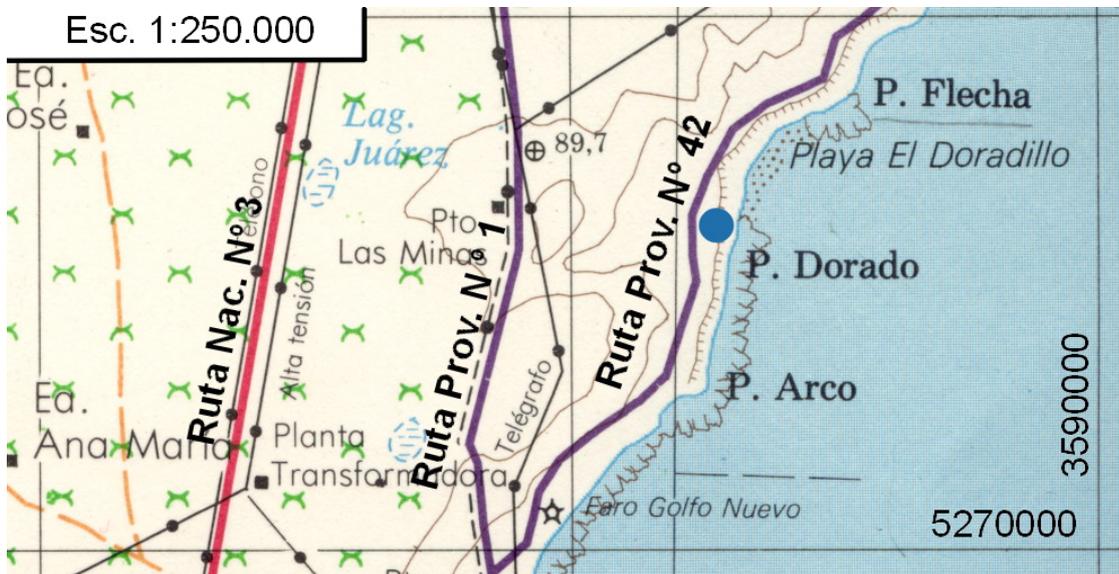
**Litología:** arenas

**Notas:** Se origina la acumulación de arena ( dunas) en los bordes de acantilado por los vientos costeros del este. La dunas están fijadas por vegetación autóctona .

Tipo de Peligro: EROSION EOLICA

Registro: 4366-

### Ubicación



Acumulación de arenas (dunas) por los vientos costeros del Este en el sector de Punta Dorado. Las dunas están fijadas por la vegetación autóctona

## Tipo de Peligrosidad: EROSION HIDRICA

Registro N°: 4366-II E 7

Fecha de registro: 09-08-2000

Hoja N°	Nombre de Hoja	Latitud	Longitud	Precisión de coord.
4366-II	PUERTO MADRYN	-42,783	-65,033	minuto

**País afectado:** Argentina

**Provincia afectada:** Chubut

**Municipios / Departamentos afectados:** Biedma

**Localidades afectadas:** Puerto Madryn (CIUDAD)

**Tipo de Peligrosidad:** Erosión hídrica

**Fecha del Evento: Año 1992 Mes 5 Día 8 hasta Año 1992 Mes 5 Día 13**

**Autores:** Gustavo Ichazo-Marta Jones

**Zona Afectada:** Sector comprendido entre la Ruta Pcial N°1 y la Planta urbana de Pto Madryn.

### **Daños materiales y Efectos indirectos:**

Corte u obstrucción de vías de comunicación (rutas, caminos, puentes, ferrocarriles)

Daños sobre tendidos (líneas de alta tensión, ductos, etc)

### **Daños materiales y Efectos indirectos (descripción):**

Rotura y descalce de los ductos .Remoción y daño de las cubiertas, que impiden el ataque de la corrosión, de los conductos de gas. Corte de la ruta Prov..N° 1. Costo de mantenimiento y reparación de los diferentes ductos

**N° Muertos:** no se sabe

**N° Heridos:** no determinado

**Perdidas Económicas:** no determinada

**Ubicación:** Puerto Madryn - Subcuenca aluvial 1. Cañadones y arroyos temporarios.

**Causas:** climáticas; litológicas

**Causas (descripción):** anomalías pluviométricas- material poco cohesivo

**Superficie afectada:** no determinada

**Longitud afectada:** no determinada

**Profundidad:** no determinada

**Litología:** gravas, arenas, limos

**Edad:** Cuaternario

**Referencias:** Municipalidad de Puerto Madryn.

**Notas:** Este sector tiene la particularidad que se reúnen varios servicios conformando un nudo complejo representado por los conductos del acueducto provenientes de Trelew, el gasoducto y los desagües de la ruta.

**Fecha del Evento Año 1998 Mes 4 Día 22 hasta Año 1992 Mes 4 Día 25**

**Autores:** Gustavo Ichazo-Marta Jones

**Zona Afectada:** Sector comprendido entre la Ruta Pcial N°1 y la Planta urbana de Pto Madryn.

### **Daños materiales y Efectos indirectos:**

Degradación de recursos naturales (suelos, vegetación, agua, fauna)

Daños sobre infraestructura urbana (viviendas, industrias, servicios públicos, etc)

Daños sobre la producción (ganado, cultivos)

**Daños materiales y Efectos indirectos (descripción):**

Rotura y descalce de los ductos .Remoción y daño de las cubiertas, que impiden el ataque de la corrosión, de los conductos de gas. Corte de la ruta Pcial N°1. Costo de mantenimiento y reparación de los diferentes ductos

**N° Muertos:** no se sabe                      **N° Heridos:** no determinado

**Perdidas Económicas:** no determinada

**Ubicación:** Cañadones y arroyos temporarios.

**Causas:** climáticas; litológicas

**Causas (descripción):** anomalías pluviométricas- material poco cohesivo

**Superficie afectada:** no determinada

**Longitud afectada:** no determinada

**Profundidad:** no determinada

**Referencias:** Municipalidad de Puerto Madryn.

**Notas:** Este sector tiene la particularidad que se reúnen varios servicios conformando un nudo complejo representado por los conductos del acueducto provenientes de Trelew, el gasoducto y los desagües de la ruta.

Tipo de Peligro: EROSIÓN HIDRICA

Registro: 4366-II E 7

### Ubicación



Ruta Provincial N° 1

## Tipo de Peligrosidad: INUNDACIÓN

Registro N°: 4366-II I 1

Fecha de registro: 3-07-2000

Hoja N°

4366-II

Nombre de Hoja

PUERTO MADRYN

Latitud

-42,780

Longitud

-65,030

Precisión de coord.

Minuto

**País afectado:** Argentina

**Provincia afectada:** Chubut

**Municipios / Departamentos afectados:** Biedma

**Localidades afectadas:** Puerto Madryn (Ciudad)

**Tipo de Peligrosidad:** Inundación -Aluvión

**Fecha del Evento:** Año 1998 Mes 4 Día 22 hasta Año 1998 Mes 4 Día 25

**Fecha (Observación):** Otra fecha registrada: del 8 al 13 del 05 de 1992

**Autores:** Gustavo Ichazo-Marta Jones

**Zona Afectada:** Puerto Madryn

### **Daños materiales y Efectos indirectos:**

Daños sobre infraestructura urbana (viviendas, industrias, servicios públicos, etc)

Daños sobre tendidos (líneas de alta tensión, ductos, etc)

### **Daños materiales y Efectos indirectos (descripción):**

Cárcavas de gran dimensión. Anegamiento en los barrios provocando su aislamientos. Acumulación de sedimentos en calles pavimentadas y veredas. Socavamiento y roturas del pavimento en sectores del Boulevard Alte. Brown y en la ruta que conduce al "Indio. Cordones cunetas afectados. Cañerías y diferentes conexiones descubiertas al desmoronarse las calles enripiadas. Daños en viviendas y comercios en la costanera. Roturas por superar el caudal de diseño en el canal de captación y derivado, denominado localmente "zanja de guardia", y acumulación en la misma ,de hasta 2m de sedimentos.

Cárcavas paralelas a los piletones de aguas servidas. Evacuación de 500 personas en centros comunitarios y escuelas. Se declaró situación de emergencia la ciudad. Provisión de alimentos, ropas, calzados y materiales para los afectados con la ayuda del gobierno nacional.

**N° Muertos:** 0 **N° Heridos:** no determinado

**Pérdidas Económicas:** 1.000.001 - 5.000.000 (\$2.400.000 evaluados en el sector público)

**Duración:** 4 días

**Ubicación:** Puerto Madryn, se delimitó en 6 subcuencas. Cañadones y cursos menores.

**Causas:** climáticas (épocas de anomalías pluviométricas)

**Hidrogeología:** cuencas superficiales temporarias

**Frecuencia:** no determinada

**Superficie afectada (km2):** 454,4

**Altura max.:** 7 m

**Caudal max.:** 14 m3/s

**Precipitación max.:** 154 mm en 24 horas **Estación:** El Tehuelche

**Tamaño del material:** grava, arena, limo

**Observación:** La precipitación media anual en esta zona es de 160 milímetros, durante la fecha del evento en 4 días el total de precipitaciones acumuladas alcanzaron los 240 milímetros, superando todos los registros históricos de los últimos

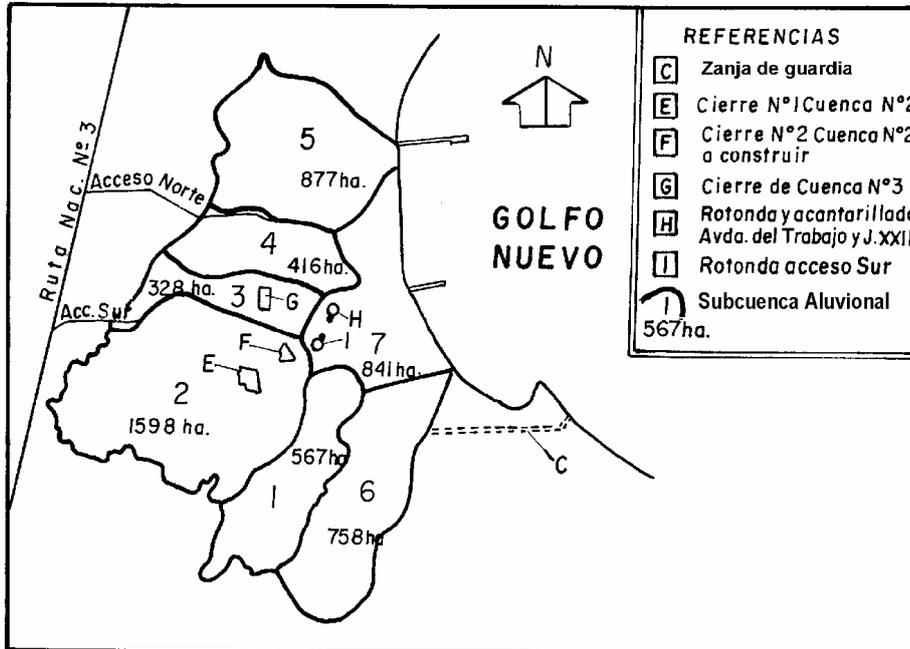
**Referencias:** Diario Jornada de la ciudad Trelew. Sección Puerto Madryn.25-04 al 28-04- 1998. Diario Chubut de la ciudad de Trelew. Sección Puerto Madryn.08-05 al 13-05-1992. 24-04 al 27-04-1998. Municipalidad de Puerto Madryn.

**Notas:** Las obras proyectadas y sin ejecutar para el control de aluviones, por falta de financiamiento, hubiesen podido enfrentar la situación en mejores condiciones. Serían necesarios 6.000.000 de pesos en total, si a los destrozos directos en obras terminadas se le suma el detalle de las obras pendientes de ejecución en la ciudad como son: segunda etapa de pluviales, construcción de cuatro cierres aluvionales y una nueva zanja de guardia revestida y de mejor capacidad de transporte.

Tipo de Peligro: INUNDACIÓN

Registro: 4366-II I

### Ubicación



Rotura de la carpeta asfáltica en el sector del Boulevard Brown.



Desmoronamiento de las principales estructuras de los Complejos: Cucamonga y Rancho Aparte.



Obra de Defensa Hídrica denominada localmente Zanja de Guardia (pto C en el croquis obras de control de aluviones). La obra actúa como canal de captación y derivador de los escurrimientos laminares superficiales, de los niveles terrazados y de los caudales encauzados.

## Tipo de Peligrosidad: INUNDACION POR MAREAS

Registro N°:

4366-II I 6

Fecha de registro:

07-08-2000

Hoja N°

4366-II

Nombre de Hoja

PUERTO MADRYN

Latitud

-42,000

Longitud

-65,066

Precisión de coord.

Minuto

**País afectado:** Argentina

**Provincia afectada:** Chubut

**Municipios / Departamentos afectados:** Biedma

**Paraje:** Norte de Puerto Lobos

**Tipo de Peligrosidad:** Inundación por mareas

**Fecha del Evento:** Año 1998 Mes 4 Día 22 hasta Año 1998 Mes 4 Día 25

**Autores:** Gustavo Ichazo-Marta Jones

**Daños materiales y Efectos indirectos:** Corte u obstrucción de vías de comunicación (rutas, caminos, puentes, ferrocarriles)

**Daños materiales y Efectos indirectos (Descripción):** Corte de la Ruta provincial N°1. Se encuentra cortada hace más de un año y medio, los vecinos utilizan huellas alternativas. Costo en la reparación y mantenimiento de la ruta y caminos secundarios.

**N° Muertos:** no se sabe

**N° Heridos:** no determinado

**Perdidas Económicas:** no determinada

**Duración:** 4 días

**Ubicación:** Costa Atlántica y estuario del Arroyo Verde.

**Causas (descripción):** mareas extraordinarias, épocas de anomalías pluviométricas

**Causas:** acción marina; climáticas

**Hidrogeología:** Anteriormente a la fecha del evento el cauce del arroyo era menor y predominaba la depositación, había depósitos acordonados y drenaje restringido.

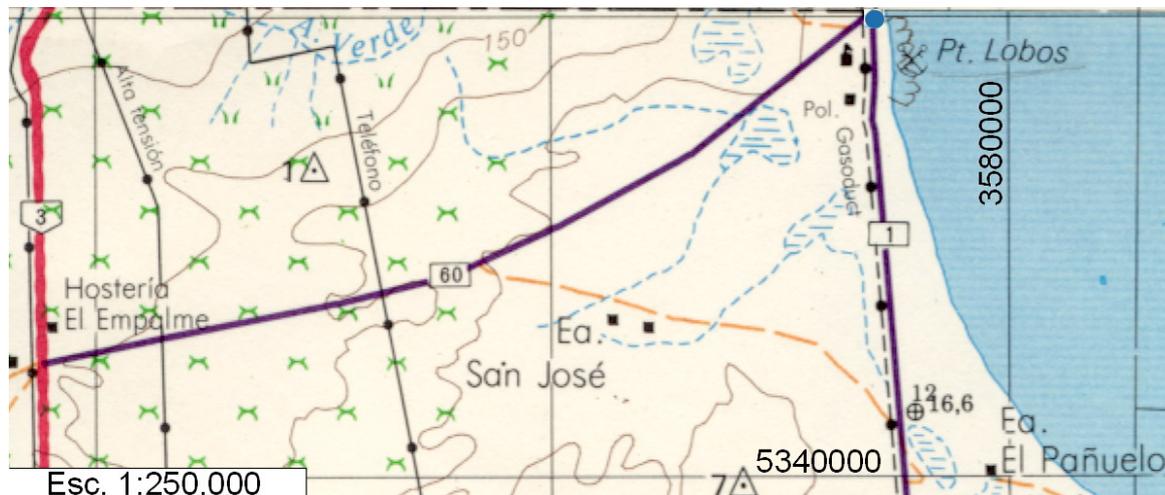
**Precipitación max.:** 240mm/4días **Estación:** Serv. Meteorológico Nacional El Tehuelche

**Observación:** El amplio estuario del arroyo Verde se ha formado como consecuencia de las abundantes precipitaciones del 22 al 25-04-98. Las mareas ingresan por el estuario salinizando el río .

**Referencias:** Vialidad Provincial de Puerto Madryn.

**Notas:** La ruta Pcial N°1 se encuentra cortada hace más de 1 año y medio, los vecinos utilizan huellas alternativas. Se observan acumulaciones de áridos extraídos y preparados para su transporte sobre la margen derecha

Ubicación



Desembocadura del Arroyo Verde. Ruta provincial N° 1 con cortes por mareas extraordinarias y tormentas en abril de 1998