

Estudio de Impacto Ambiental

CENTRAL TERMOELÉCTRICA RÍO TURBIO

Provincia de Santa Cruz



AUTORIDADES

**SERVICIO GEOLÓGICO MINERO ARGENTINO
PRESIDENTE
ING. JORGE MAYORAL**

**SECRETARIO EJECUTIVO
LIC. PEDRO ALCÁNTARA**

**DIRECTOR DEL INSTITUTO DE GEOLOGÍA
Y RECURSOS MINERALES
LIC. ROBERTO F. N. PAGE**

**DIRECTOR DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y APLICADA
LIC. OMAR R. LAPIDO**

**BUENOS AIRES
AÑO 2008**

AUTORES

Texto

Climatología	Dr. Nicolas A. Mazzeo Dra. Laura E. Venegas
Geología	Dr. Fernando Pereyra Andrea Gómez
Geomorfología	Dr. Fernando Pereyra Andrea Gómez
Suelos	Dr. Fernando Pereyra
Aguas superficiales	Lic. Pamela Boujón Lic. Sandra Cavallaro
Hidrogeología	Lic. Pamela Boujón
Vegetación y Fauna	Lic. Sandra Cavallaro
Aspectos socioeconómicos y culturales	Lic. Juan José Galdo
Peligrosidad Geológica	Dr. Fernando Pereyra
Volcanismo	Andrea Gómez
Terremotos	Andrea Gómez

Evaluación de Impactos

Identificación de las acciones del proyecto. Identificación de factores ambientales Evaluación de impacto. Elaboración de matriz de impacto ambiental Impactos en los aspectos socioeconómicos	Lic. Norma Tello Lic. Pamela Boujón Lic. Sandra Cavallaro Lic. Juan José Galdo Dr. Fernando Pereyra
Evaluación del impacto ambiental atmosférico	Dr. Nicolas A. Mazzeo Dra. Laura E. Venegas
Corrección	Dra. Norma Pezzutti
Edición	Daniel Rastelli

MAPAS

Carta Imagen	Geog. Mat. Inés Tobio Silvia Altobelli
Base Topográfica	Geog. Mat. Inés Tobio Silvia Altobelli
Mapa Geológico	Dr. Fernando Pereyra Andrea Gómez
Mapa Geomorfológico	Dr. Fernando Pereyra Andrea Gómez
Mapa Hidrogeológico	Lic. Pamela Boujón Dr. Fernando Pereyra
Mapa de Vegetación	Lic. Sandra Cavallaro
Mapa de Usos del Suelo	Lic. Pamela Boujón Dr. Fernando Pereyra Lic. Norma Tello
Edición Mapas	Geog. Mat. Inés Tobio Silvia Altobelli
Coordinación	Lic. Omar Lapido

INDICE

TOMO I (Texto)

I.	Introducción	2
	Marco Institucional Normativo	3
	Normas Ambientales	3
	Ubicación geográfica	4
II.	Descripción del ambiente	8
	II.1. Climatología	9
	Climatología de la Región Patagónica	10
	Climatología de la Zona de Río Turbio	21
	Síntesis Climática	31
	Características de la Estación Meteorológica propuesta	31
	Referencias bibliográficas	33
	II.2. Geología	35
	Introducción	36
	Estratigrafía	36
	Formación Río Turbio	36
	Formación Río Guillermo	37
	Formación La Escondida	37
	Formación Santa Cruz	37
	Depósitos Cuaternarios	38
	Depósitos Antrópicos	38
	Estructura	39
	Consideraciones Geotécnicas	39
	Bibliografía	41
	II.3. Geomorfología	48
	Introducción	48
	Geoformas Glaciarias	48
	Geoformas Fluviales	50
	Otras Geoformas	51
	Bibliografía	52
	II.4. Suelos	58
	Bibliografía	60
	II.5. Aguas superficiales	71
	Arroyos Principales	72
	Objetivos del estudio	74
	Resultados	75
	Consideraciones Generales	82
	Recomendaciones	86
	II.6. Hidrogeología	87
	Introducción	88
	Permeabilidad	89
	Materiales y Métodos	90
	Resultados	91
	Acuífero libre	91
	Acuífero semiconfinado	95
	Vulnerabilidad	99
	Consideraciones generales	99
	Bibliografía	100
	II.7. Vegetación y Fauna	101
	Vegetación del área de Río Turbio	102
	Metodología	102
	Principales comunidades vegetales	102
	Fauna	104
	Estado actual de los ecosistemas del área de estudio	106
	Áreas Protegidas	106
	Bibliografía	111
	II.8. Aspectos socioeconómicos y culturales	119
	Objetivo	120
	Marco Conceptual	120
	Área de Estudio	120

	Metodología	120
	Situación Actual de la Cuenca Carbonífera	121
	Factores del Ambiente Socioeconómico y Cultural	125
	Bibliografía	133
III.	Peligrosidad Geológica	135
	Introducción	136
	Inundaciones y Anegamientos	136
	Erosión Hídrica	137
	Remoción en Masa	138
III. 1.	Terremotos	142
III. 2.	Volcanismo	148
	Bibliografía	150
IV.	Evaluación de Impactos	151
	Identificación de las acciones del proyecto	152
	Identificación de factores ambientales	152
	Evaluación de impacto	152
	Elaboración de matriz de impacto ambiental	172
	Impactos en los aspectos socioeconómicos	176
	Evaluación del impacto ambiental atmosférico	183
	Introducción	184
	Descripción del modelo de dispersión atmosférica	
	Screen3 - Valley	184
	Límites máximos admisibles de calidad del aire	186
	Concentraciones de fondo	186
	Descripción del funcionamiento de la central	187
	Topografía	187
	Aplicación del modelo Screen3-Valley	187
	Conclusiones	192
	Referencias bibliográficas	193
	TABLAS: I - XL	200 - 255
V	Anexos	
	1. Marco Legal	
	2. Análisis de laboratorio	

TOMO II (Mapas)

CARTA IMAGEN

BASE TOPOGRÁFICA

MAPA GEOLÓGICO

MAPA GEOMORFOLÓGICO

MAPA HIDROGEOLÓGICO

MAPA DE VEGETACIÓN ACTUAL

MAPA DE USOS DEL SUELO

Introducción



INTRODUCCION

El presente informe de Evaluación de Impacto Ambiental realiza un diagnóstico del sistema ambiental donde se precisan las condiciones prevalecientes en la zona de emplazamiento de la Central Termoeléctrica Río Turbio, a los fines del ajuste del diseño del proyecto y de la definición de las medidas de adecuación que correspondan.

La base del estudio se adecuó al marco institucional normativo, de la Secretaria de energía de la Nación mediante el Manual de Gestión Ambiental de Centrales Térmicas Convencionales para la Generación de Energía Eléctrica, (Resolución SSE N° 149/90), que ha establecido entre sus objetivos evaluar y controlar los efectos ambientales del abastecimiento energético. Para el caso del Impacto Ambiental Atmosférico se siguió el Anexo de la Resolución ENRE N°13/97, que se adjuntan en el Anexo Marco Legal.

La evaluación de impacto se realizó a partir del Propuesta Técnica N° 2, presentado por la empresa Skodaexport S.A., y sobre la base de la información disponible sobre las características de los subsistemas naturales y sociales. Se evalúan los impactos de la obra sobre ambos subsistemas y la dinámica del medio sobre la obra, realizando las predicciones previstas sobre las modificaciones en el medio que se originan en virtud de la construcción y operación de la Central.

Durante este proceso de evaluación se consideran los cambios en las condiciones ambientales en forma cualitativa

Estas evaluaciones implican la consideración del nivel de afectación existente antes de la implantación de la Central, que fue estimado en el capítulo Descripción del Ambiente.

Se otorga especial atención a la influencia que ejerce la implantación de la Central respecto de la calidad del aire, agua y suelo, en relación con las condiciones de confortabilidad humana, desarrollo de otras actividades productivas y aptitud del medio como soporte para la flora y la fauna en la zona de afectación.

A título indicativo se señalan algunos efectos que se evalúan:

- Degradación física, química y biológica de los suelos en las zonas de afectación inmediata, que podrían determinar cambios en el uso de los mismos.

- Alteraciones de la vegetación y fauna en la zona de influencia.
- Alteraciones en la calidad de las aguas superficiales y subterráneas como resultado del aporte de los efluentes sólidos y líquidos procedentes de la Central.
- Cambios en las características de los cuerpos de agua afectados.
- Modificaciones en la composición del aire como consecuencia del material particulado y efluentes gaseosos originados por la operación de la Central.
- Cambios en el hábitat de los cuerpos de agua influidos por la descarga.
- Cambio en la confortabilidad en la proximidad de la Central debido a ruidos y vibraciones.
- Cambios en los usos del suelo
- Cambios en el mercado laboral del área.
- Alteraciones en las demandas de infraestructura y equipamiento comunitario.
- Alteraciones en los atributos paisajísticos del área.
- Cambios en el valor de la propiedad de la tierra en el área de implantación.

Se agregan además medidas y acciones preventivas y/o correctivas en forma de recomendaciones.

El proyecto de la Central Termoeléctrica Río Turbio tiene por objeto la generación de energía eléctrica con una configuración final de 70 MW de potencia neta disponible en dos etapas de 35 MW c/u.

La Central Termoeléctrica (CT) se compone de dos unidades idénticas de producción (sala de caldera y sala de máquina) y los equipos acompañantes auxiliares que sirven para ambas unidades. La potencia de meta de la Central Termoeléctrica (medida en los bornes del generador) es 2 x 41 MW. Esto posibilitará en la salida de la Central Termoeléctrica la generación de la potencia de, por lo menos, 2 x 35 MW.

Las fuentes del vapor serán dos calderas de vapor con lecho fluido (una en cada bloque de producción) las cuales quemarán conjuntamente 3 tipos de combustibles: carbón no depurado, carbón residual de escombreras, y desechos comunales clasificados, con la dosificación de caliza y urea. La caliza, la urea y otras tecnologías disminuyen los valores de emisión de contaminantes en los gases de combustión.

El transporte de carbón y estéril a la CT se realizará a través de cintas transportadoras cubiertas, desde la mina y los depósitos de estériles, para evitar la propagación del polvo de carbón por vientos.

Las turbinas de condensación de 3000 r.p.m. estarán acopladas directamente al generador. El condensador estará enfriado por agua mediante el circuito cerrado de las torres secas de enfriamiento. El abastecimiento de agua se realizará del río Turbio, a través de una boca-toma y se reforzará con la proveniente de filtraciones de mina 3 y mina 5. Se aplicará una tecnología avanzada al tratamiento del agua para maximizar el uso de agua disponible.

Otros equipamientos de la CT son la playa de descarga, para manipulación de los 3 tipos de combustibles, silos externos de abastecimiento de caliza, urea, desechos de combustión (escoria, ceniza de lecho y ceniza volante), de Sistema de aceite light fuel oil (LFO) y una Planta de Tratamiento químico del agua (TQA) para uso industrial y potable. Además, talleres y almacenes para reparaciones mínimas indispensables.

La salida de la potencia eléctrica se considera en la dirección Sur, es decir, rumbo a la ciudad 28 de Noviembre a la red de transmisión de 132 kV planificada. La subestación se construirá fuera del área de la Central Termoeléctrica y su control se ejecutará en forma independiente, completamente separado del control de la Central Termoeléctrica. La Central Termoeléctrica abastecerá energía eléctrica a las poblaciones cercanas, la mina o eventualmente otras instalaciones productoras, las cuales hasta ahora están siendo abastecidas con la energía eléctrica de las fuentes locales de distribución, mayormente de los grupos electrógenos diesel. El abastecimiento de la mina con la energía eléctrica será realizado en el nivel del servicio propio de la CT, es decir, fuera de la subestación de 132 kV.

Con la puesta en operación de la Central Termoeléctrica se creará el sistema local (desde el punto de vista de la red de la República Argentina), el cual trabajará en el régimen isla. Las fuentes existentes deberán estar complementadas y equipadas para la operación en el régimen de reserva de la red local. Según las informaciones recibidas esta red local estará en el futuro conectada con el sistema superior.

Recién después la red local dispondrá de la potencia suficiente.

MARCO INSTITUCIONAL NORMATIVO

Desde mediados de 1980, y a partir de programas de evaluación de los efectos ambientales del abastecimiento eléctrico, se han desarrollado normativas para los estudios y para la gestión, que están permitiendo optimizar el control ambiental en el sector. Esto constituyó el primer antecedente en el país de la incorporación de la dimensión ambiental en la planificación sectorial.

El dictado de las políticas y la fijación de las normas son competencia de la Secretaría de Energía (SE). El Ente Nacional Regulador de la Electricidad (ENRE), es el encargado de vigilar el cumplimiento de las obligaciones de los diferentes actores del mercado en la jurisdicción nacional.

La Secretaría de energía de la Nación mediante el Manual de Gestión Ambiental de Centrales Térmicas Convencionales para la Generación de Energía Eléctrica, Resol SSE N° 149/90, ha establecido entre sus objetivos evaluar y controlar los efectos ambientales del abastecimiento energético.

NORMAS AMBIENTALES NACIONALES

Resolución SSE N° 149/90 normaliza los procedimientos ambientales de las centrales térmicas convencionales, su construcción y operación (manual de gestión Ambiental de Centrales térmicas Convencionales de Generación Eléctrica) Modificada Resol SE N° 154/93 y 182/95 para aplicación al sector privado.

Resolución ENRE N° 13/97. Cuyo Anexo establece una Guía práctica para la preparación de las Evaluaciones de Impacto Ambiental Atmosférico.

Leyes de la Provincia de Santa Cruz:

Ley N° 2658. Ley de la Evaluación de Impacto Ambiental.

Artículo 11°) Los proyectos o actividades comprendidas en el artículo 3° de la presente, deberá contener como mínimo y sin perjuicio de los requisitos que se fijen

en la reglamentación, un Estudio Técnico de Impacto Ambiental que contendrá los siguientes datos:

- a) Datos generales que identifiquen el proyecto, actividad u obra y el responsable del mismo;
- b) Descripción del proyecto, actividad u obra en todas sus etapas, desde la etapa de selección del sitio hasta la de terminación de la obra o el cese de las actividades;
- c) Descripción de los aspectos generales del medio (rasgos físicos, biológicos, culturales, socioeconómicos y los que determine la reglamentación) para el estado previo a la iniciación del proyecto, actividad u obra (estado de referencia cero);
- d) Identificación de las acciones del proyecto potencialmente impactantes y de los factores ambientales potencialmente impactados. Estimación cualitativa y cuantitativa (cuando ésta sea posible) de los impactos del proyecto, actividad u obra sobre el medio físico, biológico, cultural y socioeconómico, en cada una de las etapas, de modo tal que puedan verificarse las relaciones causa-efecto entre las acciones del proyecto y los factores del medio impactados; Se deberán identificar tipos y cantidad de residuos y emisiones que serán generadas en cada una de las etapas del proyecto, actividad u obra, así como el manejo y destino final de los mismos;
- e) Descripción de las medidas de prevención y mitigación de los impactos durante la vida útil del proyecto, del plan de monitoreo ambiental, de contingencias y del plan de abandono o cierre (medidas de restauración, rehabilitación y/o compensatorias de los daños ocasionados ante un eventual abandono de la actividad). Presentación de un cronograma de actividades para cada etapa del proyecto, donde las fechas escogidas se encuentren adecuadas a las consideraciones ambientales que emanan de la evaluación de impacto;
- f) Resumen del estudio y conclusiones en términos fácilmente comprensibles,
- g) incorporando informe de las evaluaciones técnicas, cartográficas, planos

y toda otra documentación que sustenten las evaluaciones de impacto realizadas.

El texto completo de las leyes se encuentran en el Anexo Marco Legal.

UBICACIÓN GEOGRÁFICA

La ubicación predeterminada para la construcción de la Central Termoeléctrica Río Turbio, es la localidad de Julia Dufour, que esta ubicada en lo que se denomina «Cuenca Carbonífera» y que incluye los Municipios de 28 de Noviembre y de Río Turbio. Estas localidades del extremo suroeste de la provincia de Santa Cruz están dentro del Departamento Güer Aike, él mas austral de la misma, en el cual se encuentra también la ciudad de Río Gallegos capital de la provincia. (ver croquis de ubicación)

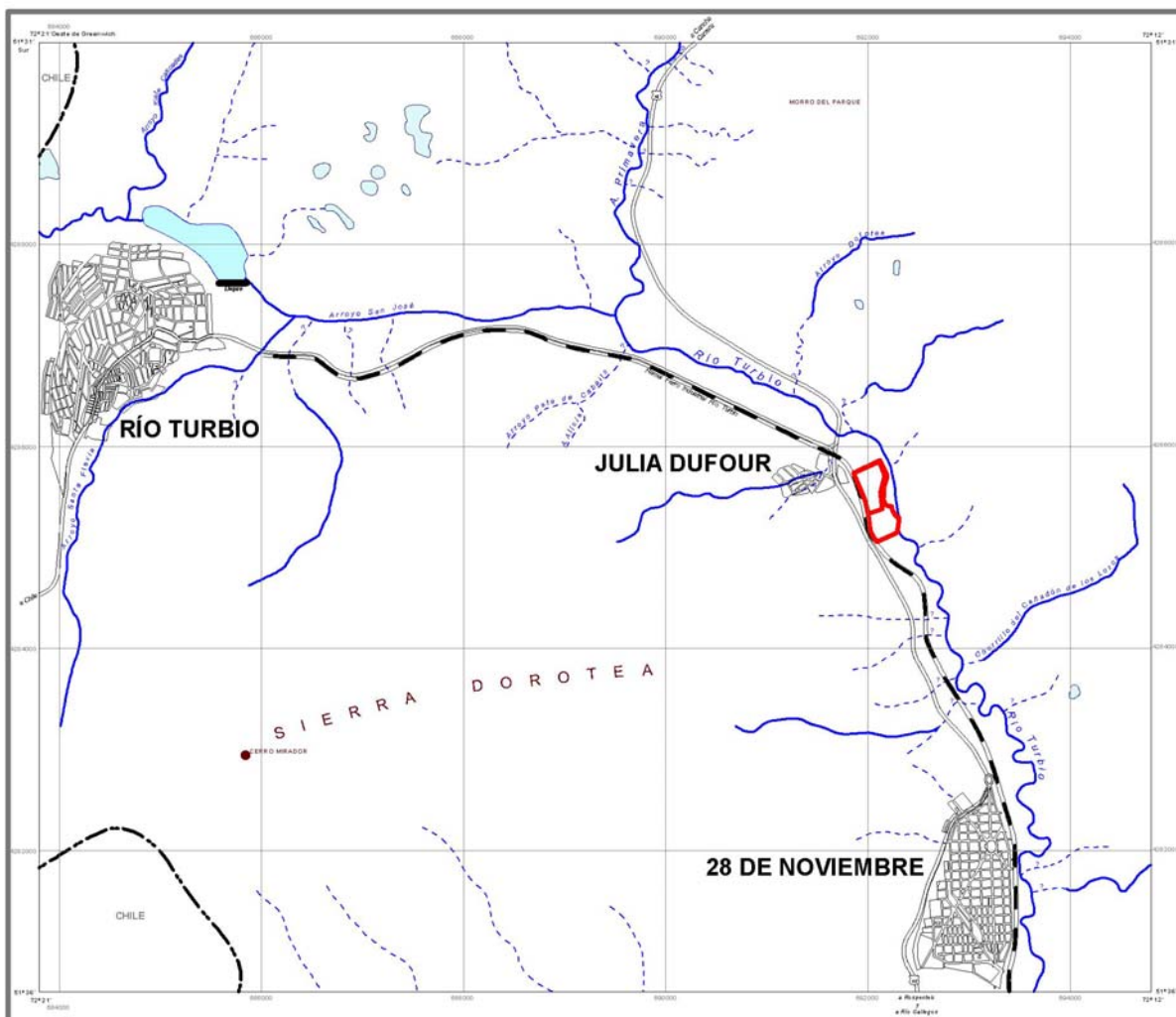
El área de la cuenca carbonífera estudiado esta delimitada por los paralelos de 51° 31´ y 51° 36´ de latitud sur y los meridianos de 72° 12´ y 72° 21´ de longitud oeste. Hacia el oeste esta ubicada la Sierra Dorothea, que la limita con



Chile. El área esta surcada por el río Turbio, que describe una amplia curva desde sus nacientes en el arroyo San José y el arroyo Primavera, donde esta la localidad minera de Río Turbio, pasando por Julia Dufour, pequeño poblado y futuro emplazamiento de la Central Termoeléctrica hasta el límite sur del área de estudio donde esta la localidad de 28 de Noviembre.

La zona esta bien comunicada ya que está a una distancia aproximada de 300 Km,

por ruta pavimentada, de la ciudad de Río Gallegos, y a una distancia equivalente de la localidad turística de El Calafate; posee un aeródromo de cabotaje en las inmediaciones de 28 de Noviembre (actualmente no está en funcionamiento) y un ferrocarril de trocha angosta que se utiliza para el transporte de carbón desde el yacimiento hasta Punta Loyola y que tiene programada su reparación.



Descripción del Ambiente

Climatología



INTRODUCCIÓN

La Meteorología estudia los fenómenos de la atmósfera (Huschke, 1959). Estos estudios incluyen, no sólo la física y química de la atmósfera, sino que abarcan los efectos directos que genera la atmósfera sobre la superficie terrestre, los océanos y la vida. Una parte de la Meteorología está constituida por la física clásica newtoniana aplicada a la atmósfera. Los movimientos de la atmósfera son descritos mediante la segunda ley de Newton. El calor está representado por las leyes de la termodinámica. Al aplicar a un fluido como el aire, estos procesos físicos son descritos por la mecánica de los fluidos. En síntesis, la meteorología es una mecánica de los fluidos aplicada a la atmósfera.

La Climatología (Huschke, 1959) es el estudio científico del clima. Sus objetivos son la caracterización y clasificación de diferentes tipos de clima, su localización geográfica, el estudio de las causas de su diversidad y, para un determinado lugar, el análisis de su variabilidad temporal. El clima puede ser definido como la síntesis del tiempo meteorológico. Rigurosamente, el clima de un área específica está representado por los parámetros estadísticos de sus condiciones meteorológicas durante un especificado intervalo de tiempo (generalmente décadas). El término «clima» deriva del griego klima (inclinación) que representa la inclinación del sol.

En su más amplio sentido, la Climatología abarca dos diferentes y principales objetivos: el estudio del clima medio y de la variabilidad climática. El clima medio es la totalidad de las condiciones que caracterizan el estado medio de la atmósfera de una región o localidad. La variabilidad climática está relacionada con la dispersión estadística alrededor de su promedio de los valores de los elementos climáticos característicos. Adicionalmente a la presentación de datos climáticos (climatografía), el análisis climático puede incluir las causas de las diferencias de los climas (climatología física) y la aplicación de los datos climáticos a la solución de diseños específicos o problemas operacionales (climatología aplicada). La climatología puede ser dividida de acuerdo con sus objetivos y aplicaciones en climatología agrícola, climatología aeronáutica, bioclimatología, climatología dinámica, climatología médica, macroclimatología, mesoclimatología, microclimatología, paleoclimatología, climatología sinóptica, climatología descriptiva, climatología urbana, etc.

CLIMATOLOGÍA DE LA REGIÓN PATAGÓNICA

Introducción

América del Sur ocupa una posición única en el estudio del clima global. Posee el 12% de la superficie terrestre y comprende diferentes tipos de ecosistemas desde los desiertos áridos de Perú hasta las selvas húmedas y lluviosas del Amazonas. Los aspectos más destacados del clima de Sudamérica son: a) vientos predominantes del sector oeste en las latitudes del sur del continente, b) dos centros anticiclónicos localizados al sur de los Océanos Pacífico y Atlántico y c) una zona de convergencia intertropical diferenciada del cinturón de baja presión localizado cerca del Ecuador (Cervený, 1998).

Prohaska (1976) menciona lo siguiente: «En pocas partes del mundo el clima de una región y su vida están representados por un único elemento meteorológico como en la Patagonia, que está determinado por la constancia en la dirección y las altas velocidades del viento».

La región patagónica está situada en la parte sur del sistema semi-permanente anticiclónico subtropical, cuya influencia directa se extiende hasta aproximadamente 40°S de latitud durante todo el año y el intenso centro sub-polar de baja presión que está centrado casi en el Círculo Polar Antártico. Debido a que estos sistemas béricos varían poco espacialmente y presentan pocas modificaciones en sus intensidades durante el año, los vientos procedentes del sector oeste prevalecen durante todo el año. Teniendo en cuenta ello, generalmente, se puede considerar a la Patagonia como una región climática uniforme.

También, la meseta patagónica con su típica vegetación es definida como una unidad geográfica que se extiende desde los Ríos Colorado y Negro (30°S y 40°S) al norte hasta el límite sur del continente (52°S) incluyendo la parte norte de Tierra del Fuego.

Flujo del aire

Dirección del viento

En las distribuciones de las frecuencias anuales de la dirección del viento en las estaciones meteorológicas de la Patagonia se

observa que los vientos procedentes del oeste (W) totalizan entre el 50% y el 70% de todas las observaciones (incluidas las calmas). En las frecuencias de vientos de esta dirección se observa una variación anual originada por el leve desplazamiento estacional del sistema anticiclónico localizado en el Océano Pacífico. En invierno (Figura 1), las isobaras que se presentan casi paralelas a las latitudes sobre los océanos, presentan una cresta muy poco pronunciada (vagada) sobre el continente. De esta manera, esto posibilita la conexión entre los centros de alta presión de los Océanos Pacífico y Atlántico que están ubicados casi a la misma latitud sur y cuyas intensidades son similares.

En verano (Figura 2), las dos celdas anticiclónicas oceánicas se encuentran separadas del continente por una zona de baja presión. Asimismo, el anticiclón del Océano Pacífico se localiza desplazado hacia el sur (en relación con el invierno), y cerca de la costa sudamericana, mientras que el sistema de alta presión del Océano Atlántico se encuentra ubicado hacia el este, más lejos de la costa. Debido a esto, el gradiente de presión y el sistema de vientos son más pronunciados en el oeste que en el este de la Patagonia.

En consecuencia, en el invierno se presenta una circulación de vientos uniforme pro-

veniente del oeste, mientras que en el verano aparece una relativamente débil componente zonal del flujo del aire superpuesta con el gradiente meridional. Este hecho contribuye a que los vientos estivales del oeste tengan una componente sur (oeste-sudoeste y sudoeste). A 45° de latitud sur, entre las longitudes de 75°W y 65°W, el gradiente zonal de presión es 6hPa/400km en enero, y prácticamente nulo en julio. Los vientos provenientes del norte y del este se presentan con alguna regularidad sólo durante el invierno y la primavera.

Velocidad del viento

Los vientos provenientes del sector oeste en la Región están caracterizados por su predominancia durante todo el año. Por otra parte, su velocidad suele ser alta. Por esta razón, la Patagonia es una de las regiones del mundo casi inhabitadas. En la región, el viento geostrófico de casi 7.0m/s, corresponde al gradiente bórico que se presenta en la franja ubicada entre 40°S y 60°S a 75°W. Estas condiciones proyectan vientos de 8m/s en el sur de la Patagonia. Ese gradiente meridional de presión y las velocidades de viento resultantes exhiben pequeños, pero distintivos cambios temporarios que son causados por la variación anual

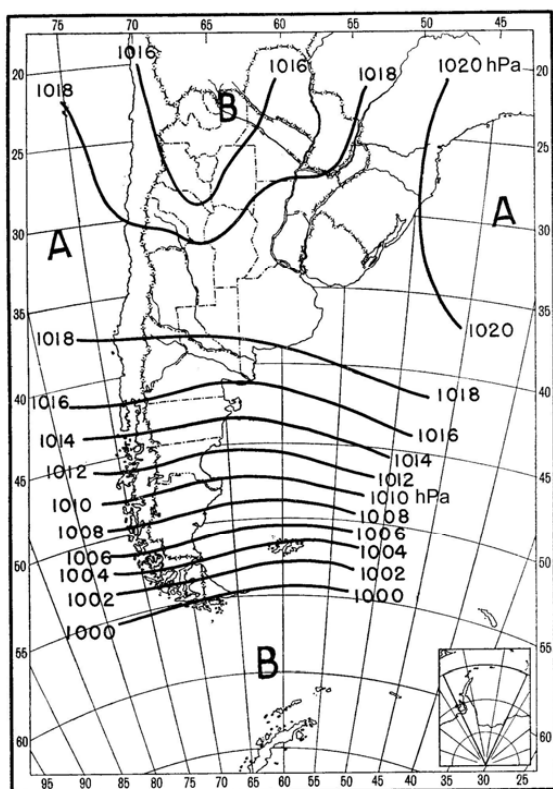


Figura 1. Presión atmosférica media, reducida al nivel del mar. Mes: julio.

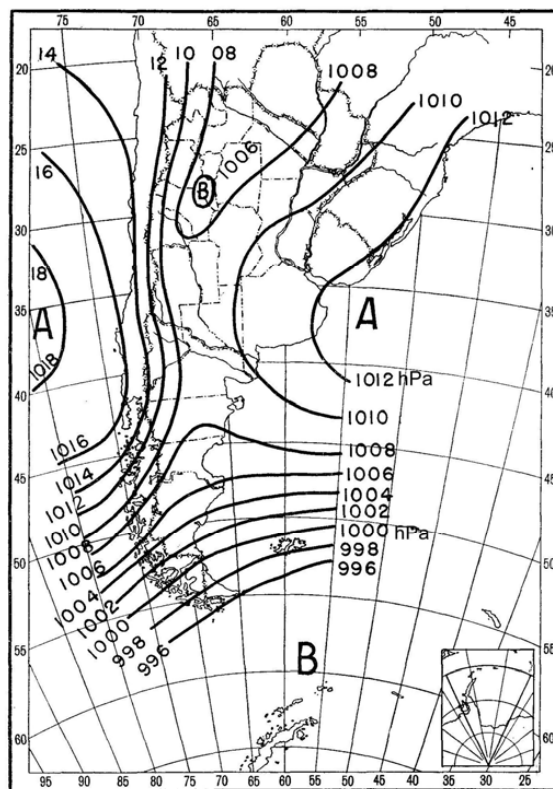


Figura 2. Presión atmosférica media, reducida al nivel del mar. Mes: enero

en la intensidad y extensión de los sistemas anticiclónicos de los Océanos Pacífico y Atlántico (Schwerdtfeger and Prohaska, 1955). En la Figura 3 se presentan las variaciones mensuales de los valores medios de la velocidad del viento observados cerca de la costa y en el interior de la Patagonia, conjuntamente con el gradiente medio de presión (expresado en hPa por grado de latitud).

Entre octubre y febrero, en toda la Patagonia se presentan velocidades medias mensuales de viento mayores que el valor medio anual. Entre octubre y marzo las velocidades del viento en la costa son menores que en el continente. Esta relación se invierte en los otros meses. En invierno, el valor medio mensual de la velocidad del viento es sustancialmente menor en el interior del continente que en la costa, excepto en algunos puertos protegidos orográficamente

(como los Puertos de Santa Cruz y Ushuaia). Esto se debe a las altas frecuencias de calmas generadas por las intensas inversiones térmicas nocturnas que ocurren en la Patagonia central. Durante las horas diurnas, cuando se presentan vientos del sector oeste, las velocidades del viento en el continente son mayores que en la costa. Por otra parte los vientos costeros son influidos por los vientos locales.

En las Figuras 4 y 5 se presentan las rosas de viento y la velocidad media anual del viento correspondiente a cada dirección para Gobernador Gregores (48° 47'S-74° 10'W) y Puerto Deseado (47° 44'S-65° 55' W).

En Gobernador Gregores, ubicado en la mitad de camino entre la Cordillera y el Océano Atlántico los vientos procedentes del sector oeste se presentan con la misma frecuencia, pero con velocidades más grandes y mayor número de calmas que en la costa. Por otra parte, en Puerto Deseado, la frecuencia de calmas es muy baja y se presentan mayores frecuencias de vientos procedentes de los sectores norte y este con efecto notorio de los vientos generados por aspectos locales. La variación diaria de la velocidad del viento, generalmente es muy pronunciada. Particularmente, en el verano, es posible encontrar que la velocidad diurna duplica la nocturna. Debido a la sequedad del aire la pérdida de

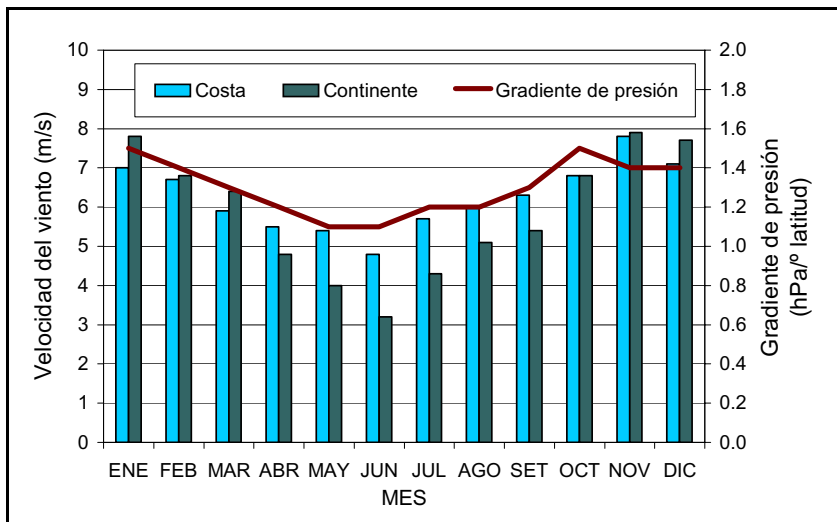


Figura 3. Variación mensual de la velocidad media del viento observada cerca de la costa y en el interior del continente y del gradiente medio de presión.

La variación diaria de la velocidad del viento, generalmente es muy pronunciada. Particularmente, en el verano, es posible encontrar que la velocidad diurna duplica la nocturna. Debido a la sequedad del aire la pérdida de

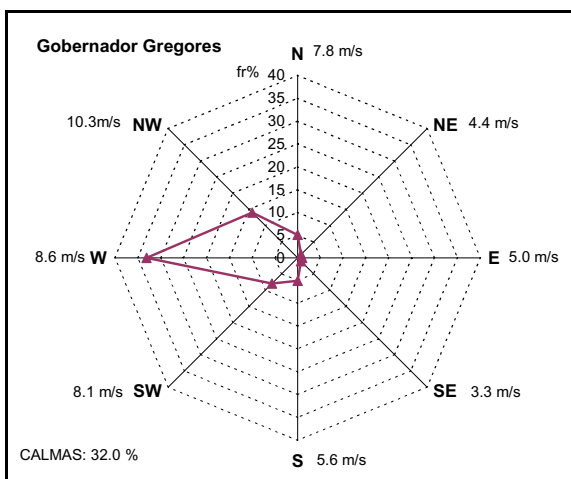


Figura 4. Rosa de viento y velocidad media anual. Gobernador Gregores.

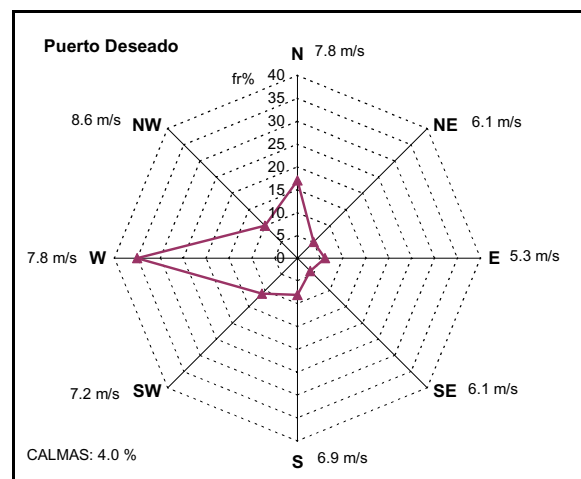


Figura 5. Rosa de viento y velocidad media anual. Puerto Deseado.

calor por radiación genera una estratificación estable luego del anochecer y, por lo tanto, se manifiesta una disminución en la velocidad del viento.

En la costa se pueden observar las brisas marítimas y terrestres que se superponen con los vientos predominantes del sector oeste. De esta manera, los vientos procedentes del sector oeste son más frecuentes durante el invierno (cuando las brisas no se desarrollan completamente), pero las mayores velocidades del viento se observan en verano.

Por otra parte, no se justifica referirse al monzón en la costa patagónica (Knoche y Borzacov, 1947), debido a que esta circulación está limitada a regiones costeras. Tampoco, existe el cambio estacional de la dirección del viento y no se manifiesta nubosidad y lluvias asociadas que permitan demostrar un comportamiento monzónico.

Nubosidad

Dos tipos casi opuestos de variaciones anuales de la nubosidad se pueden observar en la Patagonia. En la Patagonia norte se presenta un máximo invernal y en la Patagonia sur el máximo se produce en verano. La variación anual en esta última región responde a la intensificación de los vientos del sector oeste en verano, mientras que durante la misma estación la disminución de la cobertura nubosa en el norte de la Patagonia parece deberse al desplazamiento hacia el sur del anticiclón subtropical.

En la Figura 6 se presentan las isopletas de la frecuencia anual de ocurrencia de cielos cubiertos en la República Argentina. En la meseta patagónica se observa una zona caracterizada por menos frecuencias de ocurrencia de días con nubosidad.

La Figura 7 muestra las variaciones anuales de la nubosidad (porcentaje de cielo cubierto) observadas en tres diferentes localidades: Maquinchao (41° 15' S - 68° 48' W) ubicada en el norte de la Patagonia, Sarmiento (45° 35' S - 69° 04' W) localizada en el centro de la región y Gobernador Gregores (48° 47' S - 74° 10' W) ubicada en la Patagonia sur. Las tres estaciones meteorológicas están instaladas en la meseta central Patagónica y en

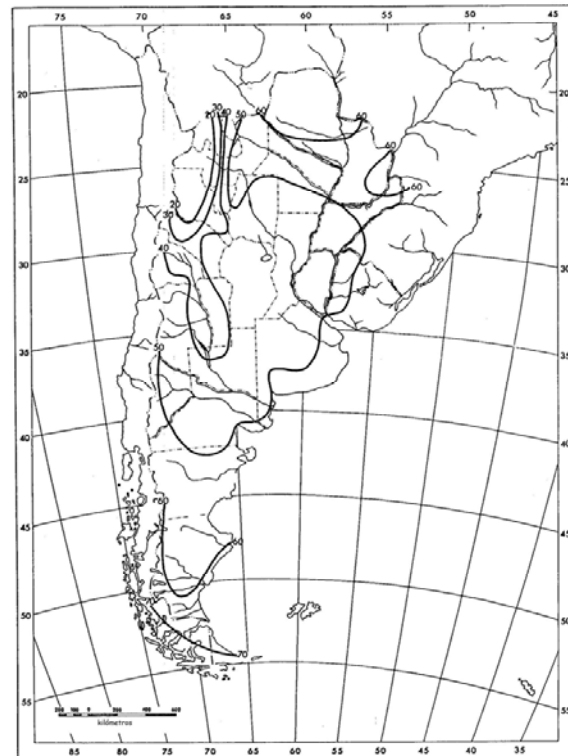


Figura 6. Isopletas de frecuencia anual de ocurrencia de cielos cubiertos en la República Argentina

un eje norte-sur de 850km de longitud. La doble onda que se manifiesta en la región transicional (Sarmiento) está mejor representada en la costa (por ejemplo en Comodoro Rivadavia).

En la Figura 7 se observa, particularmente, un aumento de la nubosidad estival en la Patagonia sur. Los valores medios mensuales alcanzan el 80% de cobertura nubosa en Tierra del Fuego. El período durante el cual se observa esa gran cantidad de nubosidad es similar, en longitud e intensidad de cobertura nubosa, en toda la extensión desde norte a sur. En la zona

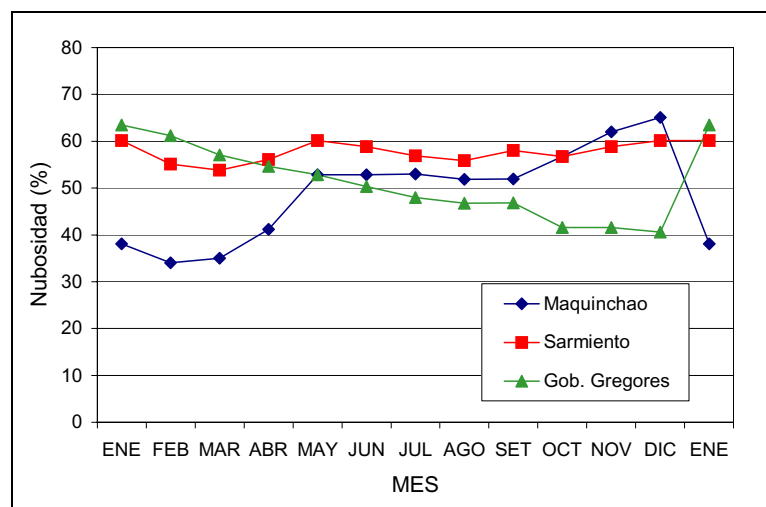


Figura 7. Variación mensual de la nubosidad (% de cielo cubierto) en Maquinchao, Sarmiento y Gobernador Gregores.

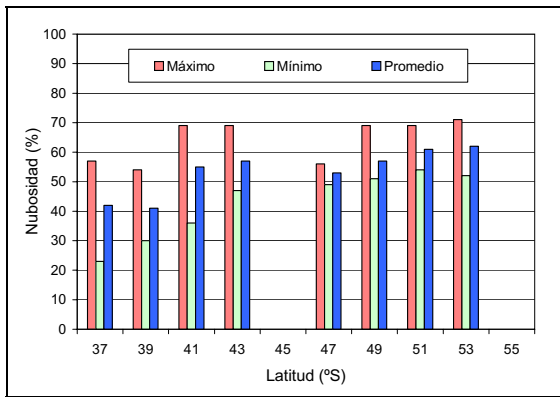


Figura 8. Variación de la nubosidad (% de cielo cubierto) con la latitud en la zona preandina.

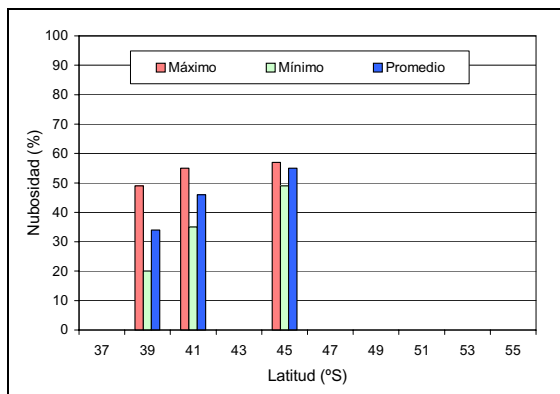


Figura 9. Variación de la nubosidad (% de cielo cubierto) con la latitud en la meseta.

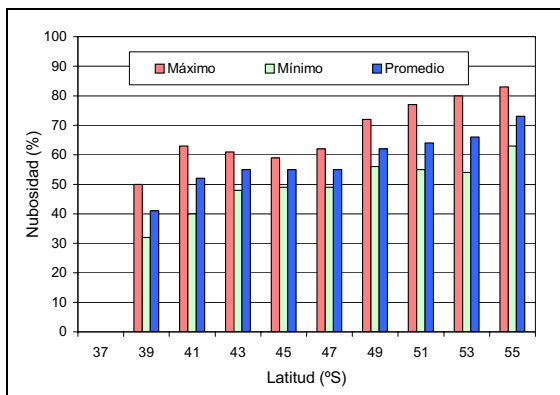


Figura 10. Variación de la nubosidad (% de cielo cubierto) con la latitud en la zona costera.

tansional (46°S) el período de mayor nubosidad comienza en noviembre y finaliza en febrero, mientras que en la zona sur (50°S - 52°S) comienza en octubre y termina en marzo. En invierno, los valores medios mensuales de cobertura nubosa están distribuidos uniformemente y el aumento hacia el sur es menos pronunciado (Figuras 8, 9, 10 y 11).

En invierno, la gran nubosidad generada por la humedad transportada por los vientos del sector oeste se observa en el sector norte de la Patagonia que tiene como límite el borde entre Neuquén y Mendoza. Sólo se presenta

una pequeña disminución de la nubosidad desde la cordillera en dirección hacia la costa. Por otra parte, en verano, como se mencionó anteriormente, la nubosidad disminuye considerablemente hacia el norte, tal que el mayor rango anual observado en esta región (casi el 35%) se presenta en el norte de la región. En las zonas andina y preandina el aumento de la nubosidad comienza un mes antes (abril) que en el resto de la Patagonia norte (mayo). Al mismo tiempo, este mes tiene mayor nubosidad. El período nublado se extiende hasta setiembre. El menor valor se presenta casi uniformemente en febrero. La nubosidad es menor en las mesetas que en la cordillera o en la costa.

En el límite norte de la Patagonia los valores medios anuales de días despejados o nublados son casi similares (entre 60 y 80). Se presenta un marcado aumento de la nubosidad hacia el sur. El mayor número de días nublados en Ushuaia es 165, mientras que el mayor número de días despejados es 10. Debido a las diferentes variaciones anuales de la nubosidad, en la Patagonia norte se presenta un máximo de días nublados en invierno y en la Patagonia sur en verano. Estas diferentes variaciones anuales en el norte y en el sur de la Patagonia, junto con el aumento de la nubosidad en el sur están relacionadas con la distribución uniforme de la nubosidad y del número de días despejados en invierno. Durante los meses invernales la Patagonia en su totalidad tiene aproximadamente 25 días nublados que aumenta en el extremo sur a más de 30. Por otro lado, se presentan 10 días con cielo despejado disminuyendo a la mitad en el extremo sur. En verano, el número de días nublados aumenta desde menos de 10 en el norte de la Patagonia hasta más de 40 en Tierra del Fuego y el número de días con cielo despejado disminuye desde 25 a uno. Existen marcadas diferencias de nubosidad en verano.

Temperatura del aire

En la Patagonia, las isoterms son relevantes sólo en algunas zonas localizadas a lo largo de la costa, donde las alturas respecto del nivel del mar son menores que 500m. La meseta patagónica disminuye en dirección oeste-este. Las isoterms siguen las líneas topográficas. En el oeste el casi abrupto crecimiento de los Andes contribuye a que las isoterms se distorsionen y se adapten a las curvas topográficas, extendiéndose de norte a sur.

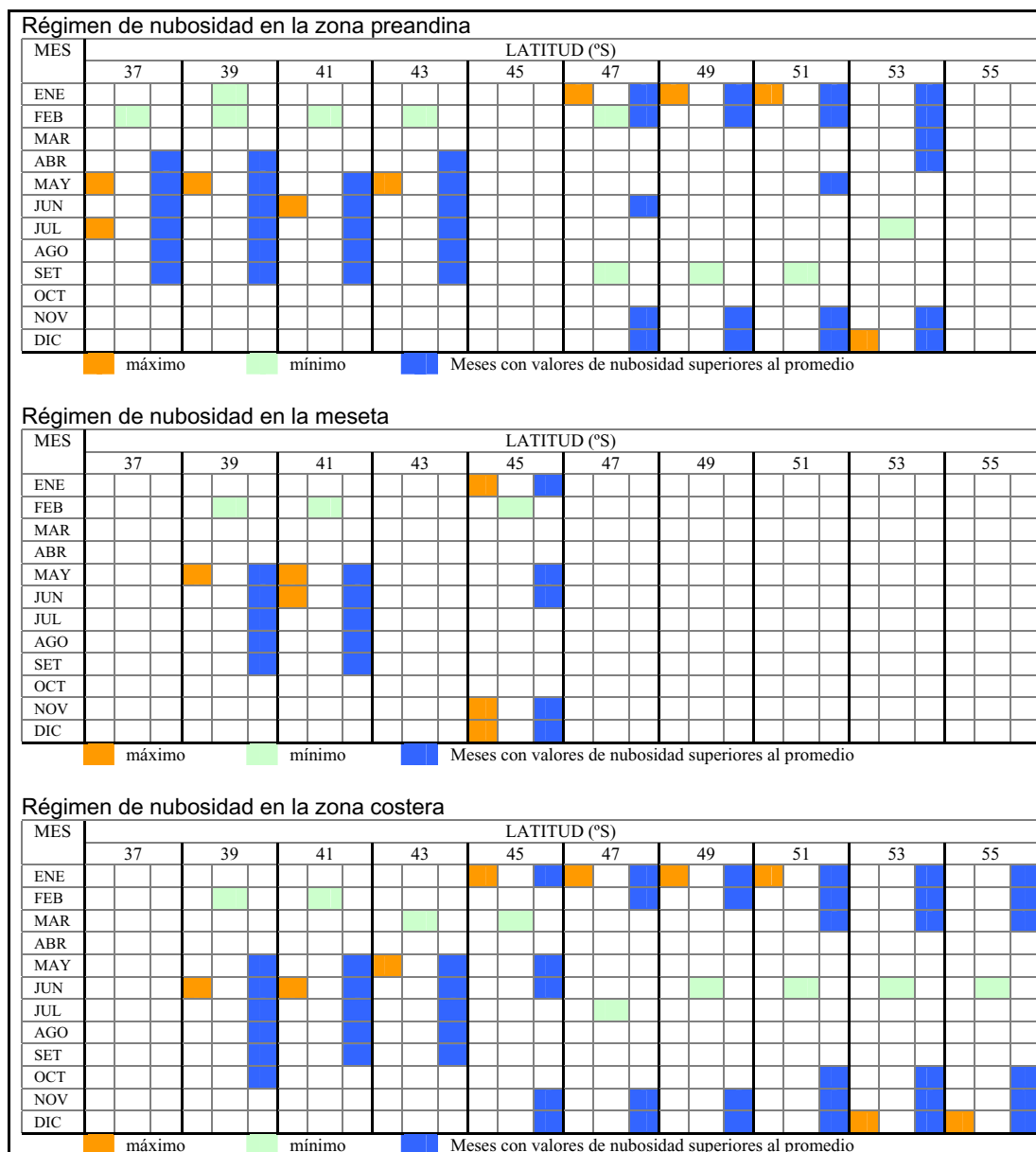


Figura 11. Regímenes de nubosidad

Las temperaturas medias anuales en la Patagonia se despliegan de norte a sur, de acuerdo con la influencia topográfica mencionada anteriormente. La isoterma correspondiente a los 10°C se inicia en el Río Limay (a 40°S), continuando en dirección sur-sudeste hacia la desembocadura del Río Deseado (47°S). Los valores anuales más bajos de la temperatura media anual (5°C-6°C) se observan en el extremo sur de la Patagonia y en Tierra del Fuego. La magnitud de las disminuciones de las temperaturas con la latitud en la Patagonia, prácticamente se mantiene durante todo el año. Las diferencias de temperatura en zonas latitudinales evidencian grandes variaciones estacionales (Figura 12).

En verano, el gradiente térmico meridional varía entre 40° y 60° de latitud sur, desde

8°C a 10°C cada 10° de latitud. En invierno, esta variación se encuentra entre 4°C y 7°C por 10° de latitud.

Las isotermas en enero (Figura 13) presentan una «lengua» de alta temperatura a lo largo del eje longitudinal del continente hasta el sur de la Patagonia, que está distorsionada por la presencia de la Cordillera de los Andes. El doblez de las isotermas hacia el norte en verano se observa sólo al pie de los Andes, originado por el efecto topográfico y de la pendiente con dirección al Océano Atlántico de la meseta patagónica.

Las isotermas correspondientes a julio (Figura 14), muestran una distribución mucho más regular que las de enero y, en general, se disponen en dirección noroeste-sudeste, de-

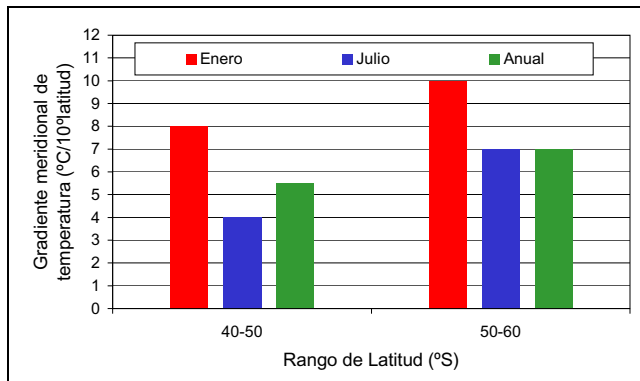


Figura 12. Variación estacional del gradiente meridional de temperatura para diferentes latitudes.

terminada por el contraste entre el continente y el océano. Por otra parte, a lo largo de la costa, las isotermas se doblan directamente hacia el sur, indicando el marcado contraste entre el continente frío y el mar relativamente caliente. Los efectos producidos por el «foehn»

patagónico, debido a los persistentes y fuertes vientos del sector oeste, es otra razón de las relativamente altas temperaturas invernales en la zona costera de la Patagonia. Esto es particularmente notorio en las zonas, donde la meseta y las montañas se extienden hasta muy cerca de la costa. Esta particularidad puede observarse comparando las temperaturas de Sarmiento (260m s.n.m.) y de Comodoro Rivadavia (60m s.n.m.) ubicadas a una distancia de 150km entre sí.

En la Figura 15 se presenta la variación anual del gradiente vertical de temperatura entre Sarmiento y Comodoro Rivadavia. En invierno se observan gradientes iguales o mayores que el adiabático. Debe considerarse que estos valores pueden estar afectados por la particular situación de Sarmiento, que está protegido del viento. Por lo tanto, en este lugar, se verifican altas frecuencias de inversiones térmicas, observándose menores valores de temperatura que los que se miden en la meseta más desprotegida del viento. En verano, las bajas temperaturas de los océanos y las altas temperaturas de la meseta patagónica contrarrestan la influencia del gradiente térmico vertical adiabático. Por esta razón y pese al efecto del «fohn» prevalece un gradiente casi normal o estándar entre la meseta y la costa.

En las estaciones meteorológicas ubicadas al pie de los Andes patagónicos se genera un efecto oceánico combinado por la influencia ejercida por los lagos patagónicos que produce un mayor calentamiento en otoño que en primavera. Consecuentemente la duración de las estaciones climáticas varía para diferentes zonas. Las estaciones climáticas intermedias tienden a acortarse con la disminución de la latitud y a aumentar su duración con la influencia marítima.

La magnitud y el cambio anual de las variaciones diarias periódica y aperiódica de la temperatura dependen de aspectos locales y regionales del clima. De acuerdo con el balance entre estas dos influencias, la variación diaria aperiódica media mensual puede ser grande o pequeña.

La variación aperiódica es la diferencia entre las temperaturas máxima y mínima diaria media mensual. Por razones obvias, en las regiones extratropicales el valor mínimo aperiódico ocurre en invierno, predominantemente en julio y el máximo en verano (diciembre o enero). En la Patagonia, el rango máximo se presenta en verano con 12°C a 14°C y el mínimo en invierno con 8°C a 10°C.

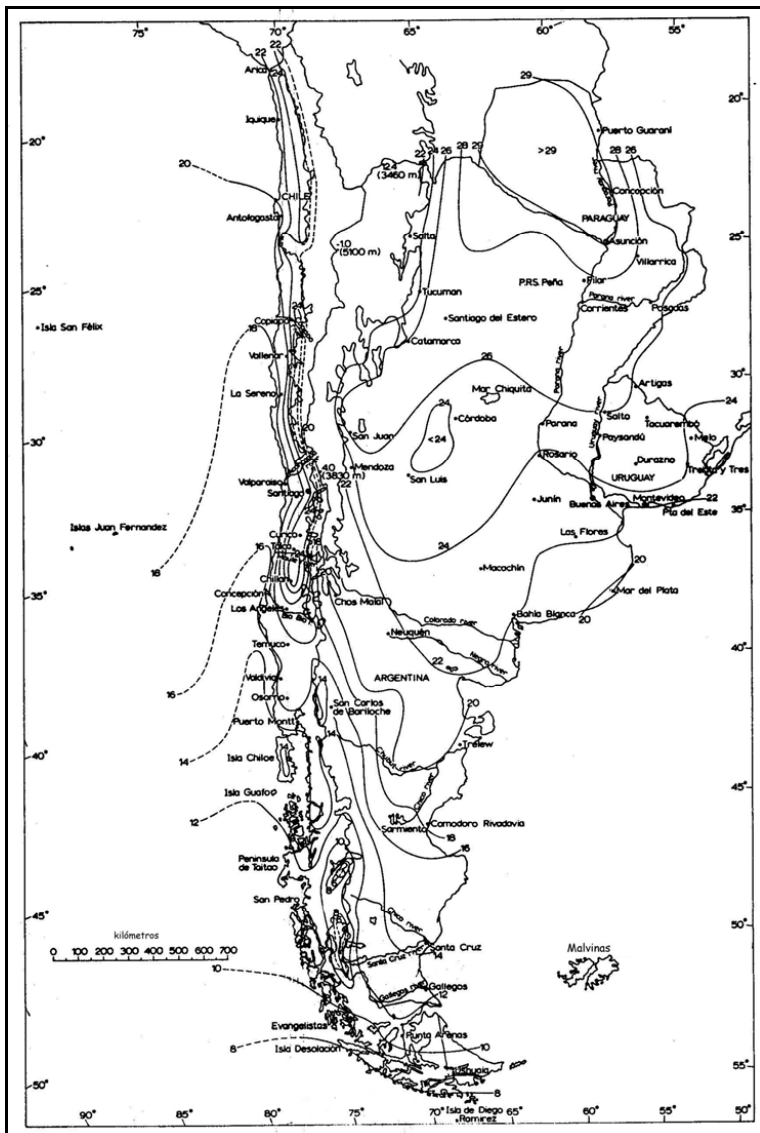


Figura 13. Isotermas (°C) del mes de enero.

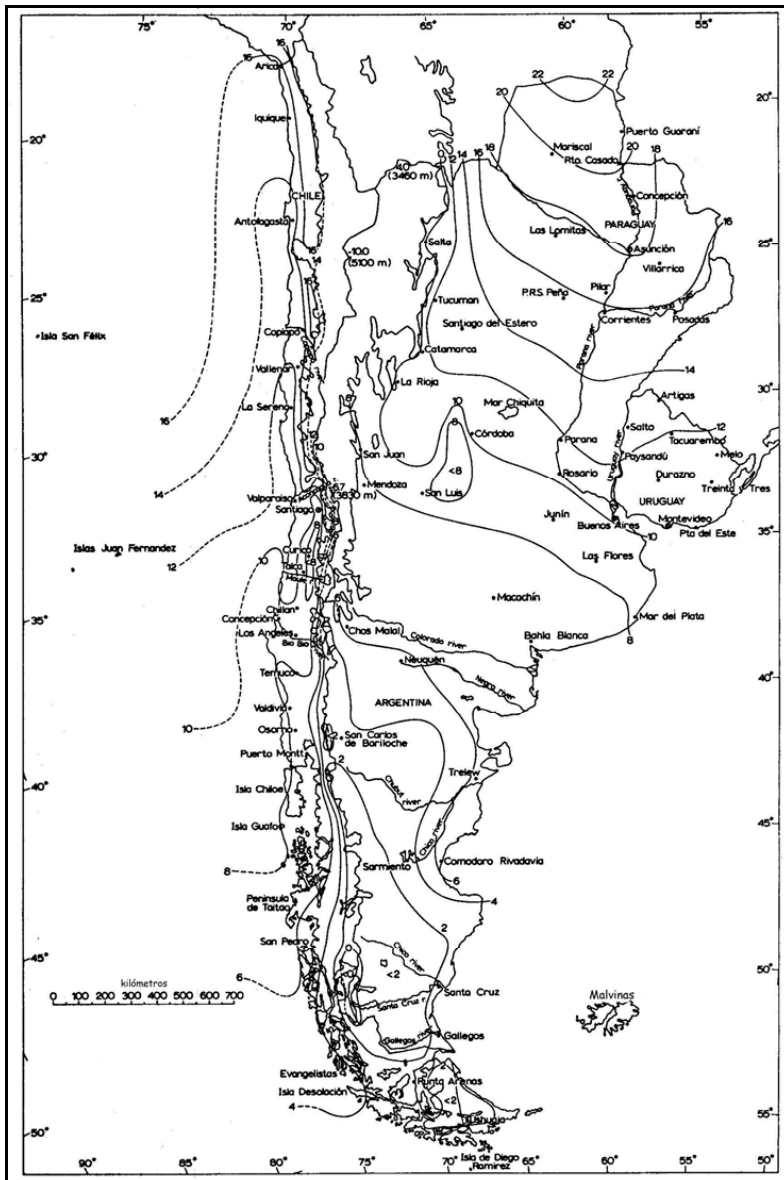


Figura 14. Isotermas (°C) del mes de julio.

La variación periódica es la diferencia entre los extremos de los valores horarios medios. Esta variación de temperatura no muestra particularidades y difiere según la zona climática sólo en su magnitud. En julio, en Ushuaia, este

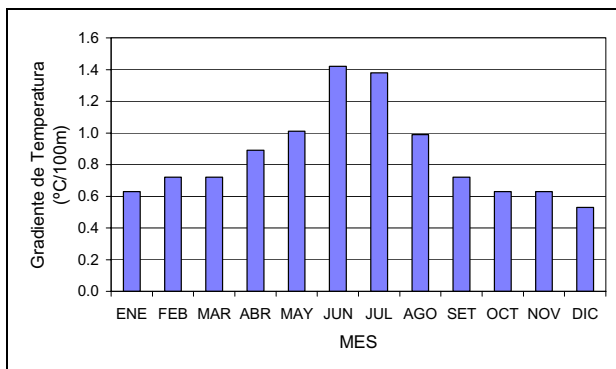


Figura 15. Variación anual del gradiente vertical de temperatura entre Sarmiento y Comodoro Rivadavia

valor es 2.8°C. La latitud y la longitud influyen en la ocurrencia de los valores extremos de la variación periódica diaria.

Por otro lado, la hora de ocurrencia de los valores extremos de la temperatura varía con la estación del año. La hora de ocurrencia de la temperatura mínima depende de la hora de salida del sol. En verano, la temperatura mínima se presenta aproximadamente a las 05:00hs cerca de la cordillera y a las 04:00hs en Ushuaia. En invierno, ocurre a las 08:00hs.

La hora de ocurrencia de la temperatura máxima depende en mayor medida de influencias locales. En la Patagonia, la temperatura máxima ocurre a las 14:00hs debido a las altas latitudes, los vientos fuertes y a la presencia de nubosidad.

La relación entre las variaciones diarias aperiódica y periódica es un indicador de la perturbación causada por el clima local. En la Patagonia, este indicador varía entre 1.6 y 1.8 en invierno, aumenta a 2.0 en la zona de los lagos andinos expuestos libremente al viento del sector oeste y llega a 2.4 en Tierra del Fuego. En esta región, la variación diaria aperiódica llega a 3°C en julio, mientras que en verano disminuye

a 1.3°C particularmente en la meseta. Esta variación es menor cerca de la costa. Las razones de ello son la mayor variación diaria periódica y la influencia estabilizadora del anticiclón subtropical.

Humedad atmosférica

En nuestro país, el factor más importante que contribuye a un aumento de la humedad atmosférica es la advección de vapor de agua procedente de regiones subtropicales, del Océano Atlántico y de las zonas húmedas de las cuencas de los ríos Paraná y Paraguay. La Argentina está casi completamente protegida de la influencia del Océano Pacífico por la Cordillera de los Andes. Las masas de aire de origen polar tienen muy baja humedad.

En la Patagonia, donde normalmente no llegan masas de aire tropicales y húmedas, se presenta una disminución de la humedad desde la costa este hacia el oeste, en donde el aire es casi seco. En la meseta patagónica la presión media anual de vapor de agua disminuye desde 6.5hPa en el norte a 5.5hPa en el sur, mientras que en la costa esta disminución es de 8.5hPa a 7hPa. Una comparación entre los valores encontrados en la meseta patagónica y los de la costa muestra que la influencia de la humedad proveniente del Océano Atlántico es débil. La disminución de la presión de vapor desde la meseta hacia la costa patagónica puede deberse a la variación de alturas. En invierno, el valor de la presión de vapor es 6hPa en la costa y apreciablemente menor en el continente. Se nota la influencia de los persistentes vientos secos procedentes del sector oeste. En verano, las isopletras de presión de vapor se distribuyen más zonalmente, siguiendo la intensidad y regularidad de la advección de masas de aire de origen subtropical principalmente en el norte de la Patagonia.

Los valores de humedad relativa disminuyen hacia la costa, debido al mencionado efecto del «foehn». En el interior de la Patagonia sur, la humedad relativa alcanza el 70% y en Tierra del Fuego llega a 75%. La combinación de la variación anual de la temperatura y de la presión de vapor posibilita una gran variedad de variaciones anuales de humedad relativa. La más alta variación anual se presenta en el norte de la Patagonia: en Maquinchao alcanza el 41%. En este lugar se combina una muy pronunciada variación anual de temperatura con un pequeño rango de presión de vapor originado por la ausencia de fuentes de evaporación. Sin embargo, en las zonas central y sur de la Patagonia el rango anual de variación de la humedad relativa es cercano al 25%. Rangos menores (menos del 15%) se presentan en la costa

patagónica y Tierra del Fuego. La distribución espacial de la humedad relativa en cada mes y su variación intermensual es bastante compleja, debido a que la humedad relativa se incrementa en algunas zonas y disminuye en otras.

Evaporación

Es dificultoso estimar o determinar la evaporación potencial de grandes áreas en donde las observaciones de este parámetro están distribuidas muy espaciadamente. También, las pocas mediciones realizadas hasta el presente, fueron obtenidas mediante diferentes metodologías. Cada una de ellas posee distintos errores inherentes que dificultan la comparación de los escasos valores existentes en la Patagonia. Por otra parte, el cál-

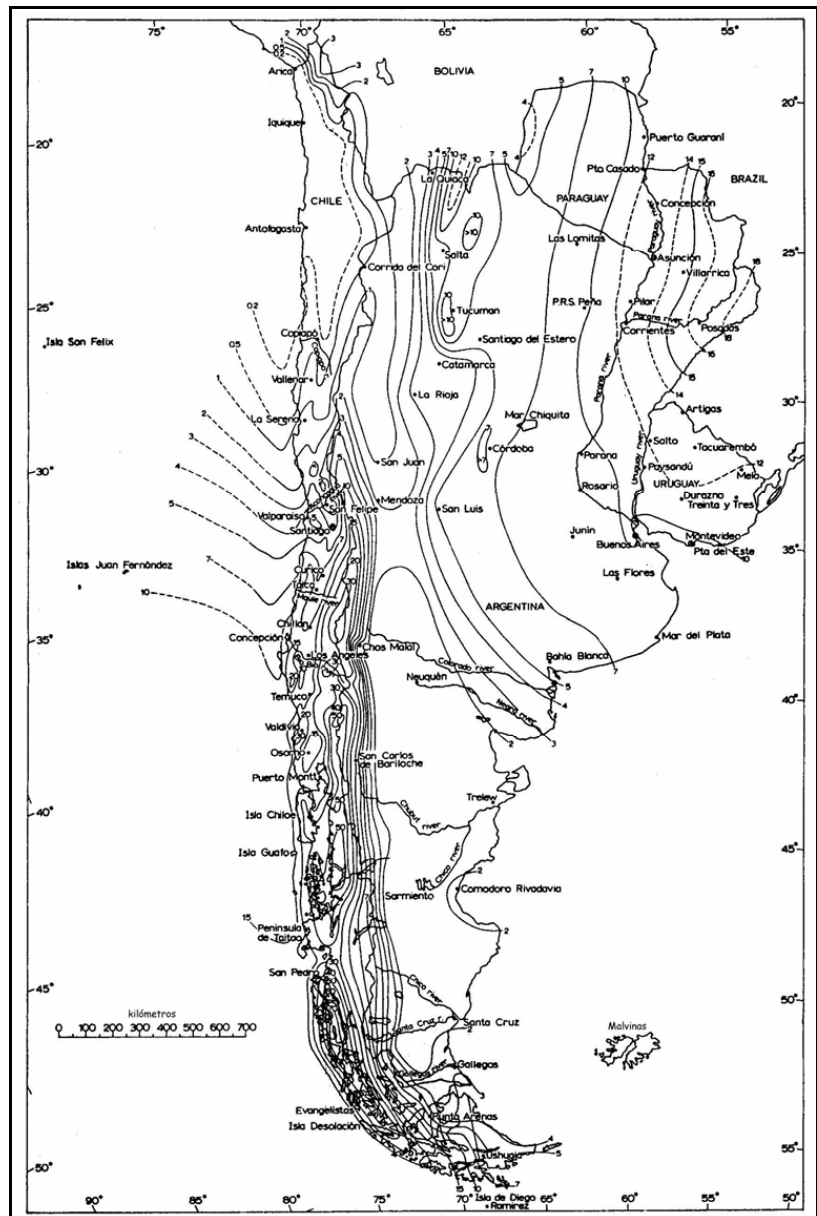


Figura 16. Isohietas anuales (decímetros)

culo de la evaporación mediante ecuaciones que utilizan valores de mediciones de variables meteorológicas resulta poco satisfactorio. Esto se aplica a aquellas regiones con condiciones climáticas donde diferentes factores meteorológicos o distintas combinaciones de ellos tienen una influencia decisiva en los valores de la evaporación. Asimismo, las fórmulas empíricas y semi-empíricas que no incluyen el viento como un factor importante no pueden ser aplicadas a la Patagonia.

También, debe considerarse que las diferentes constantes empíricas incluidas en algunas fórmulas (derivadas principalmente de observaciones realizadas en zonas de climas templados) pueden ser inaplicables en zonas extremadamente áridas o muy húmedas. Los datos de las mediciones de evaporación en la región patagónica son muy escasos y puntuales como para poder realizar un análisis de este parámetro en el área.

Precipitación

Entre los dos centros de mayor precipitación en Sudamérica, Sierra do Mar en el estado de Sao Paulo (Brasil) y el sur de Chile con valores de lluvia caída superiores a los 5m anuales, se encuentran regiones desérticas y estepas que se extienden desde el noroeste de Argentina hasta la costa patagónica. En la Figura 16 se presenta la distribución espacial de isohietas anuales en la República Argentina.

La precipitación al sur de 33°S, se incrementa sustancialmente en la zona de la Cordillera de los Andes, disminuyendo hacia el este. De esta manera se presenta una región árida y seca que domina el centro de la Patagonia con precipitaciones anuales entre 100 y 200mm. Los gradientes de precipitación más grandes se encuentran en los Andes patagónicos sureños donde la lluvia anual aumenta aproximadamente seis veces en una distancia horizontal de 50km en dirección este-oeste. Durante el curso del año, la distribución de la precipitación depende principalmente de la predominancia de las correspondientes masas de aire. Los vientos del sector este y las inusuales lluvias en la Patagonia norte son causados por anticiclones de bloqueo que ocurren en altas latitudes y al oeste del Océano Atlántico sur (Grandoso y Núñez, 1955). Por lo tanto, el interior de la Patagonia es seco y en una banda longitudinal comprendida entre

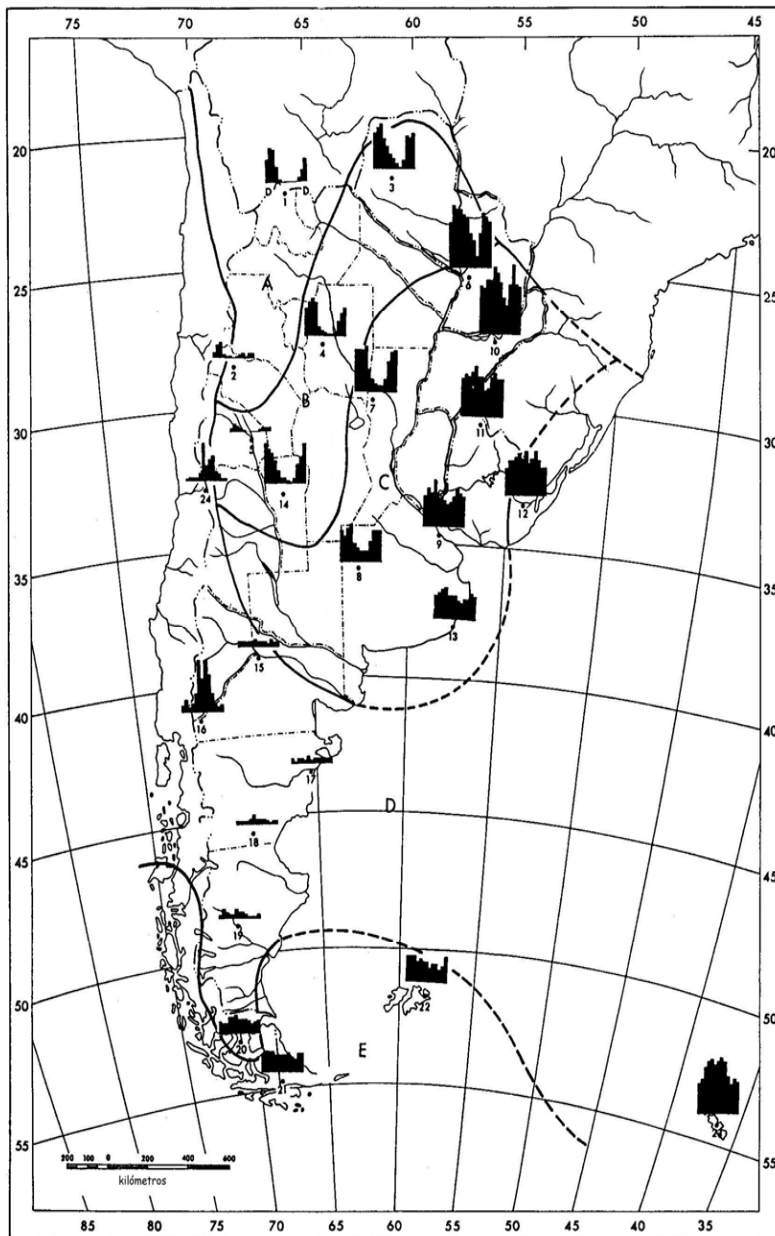


Figura 17. Regímenes de precipitación, de acuerdo con su variación anual. A= lluvias tropicales en verano; B= lluvias subtropicales continentales en verano; C= régimen de transición hacia lluvias marítimas invernales; D= lluvias marítimas invernales; E= lluvia en todo el año con máximo en verano: 1= La Quiaca; 2= Punta del Este; 3= Mariscal Estigarribia; 4= Santiago del Estero; 5= San Juan; 6= Corrientes; 7= Ceres; 8= Tranque Lauquen; 9= Buenos Aires; 10= Posadas; 11= Artigas; 12= Treinta y Tres; 13= Mar del Plata; 14= San Luis; 15= Neuquen; 16= Bariloche; 17= Trelew; 18= Sarmiento; 19= Cañadón León; 20= Punta Arenas; 21= Ushuaia; 22= Puerto Argentino; 23= Grytviken; 24= Cristo Redentor.

62°W y 70°W de longitud, se observa una precipitación media mensual menor que 20mm. Al oeste de 70°W en los Andes central y sur, la precipitación se incrementa muy rápidamente (alcanza más de 200mm). Hacia el este, el aumento es más suave, y una precipitación media mensual de 40mm se puede presentar en el meridiano de 60°W y entre 100 y 200mm a 55°W.

La transición hacia las lluvias invernales en la Patagonia ocurre en las cuencas de los ríos Colorado y Negro, que geográficamente constituyen el límite norte de la Patagonia (Figura 17). Aquí, la transición se manifiesta en una doble estación lluviosa, aunque sólo en forma indirecta, debido a la sequedad de la zona.

Los dos meses de mayor precipitación son muy característicos. En otoño, es mayo y en primavera es octubre. Esto se debe a los cambios de circulación atmosférica correspondientes al verano hacia el invierno y viceversa.

Excepto en esta zona transicional, la totalidad de la Patagonia tiene el mismo régimen de lluvias que el sur de Chile (estación lluviosa desde mayo a setiembre). En la zona andina, la distribución de la precipitación se extiende hasta 35°S y abarca hacia el norte hasta 27°S. Debido a que gran parte del vapor de agua es precipitado en forma líquida cuando las masas de aire húmedo procedentes del oeste cruzan los Andes, las montañas tienen lluvias que alcanzan y algunas veces superan los 3000mm aún a barlovento de la cordillera en el lado argentino (Schwerdtfeger, 1958).

Hacia el este, esos valores disminuyen rápidamente a menos de 200mm. Esta rápida transición se refleja en el cambio abrupto de la vegetación y en el límite marcado que separa los bosques patagónicos de la estepa. Sin embargo, las causas de la extraordinaria sequedad de la parte extra-andina de la Patagonia hasta e incluyendo la zona costera, no pueden ser explicadas sólo por el efecto que se produce a sotavento de los Andes, sino que deben tener sus razones en la configuración diferencial de la circulación del aire en las zonas adyacentes a los Océanos Pacífico y Atlántico. Las cartas climáticas presentan sustancialmente menos nubosidad (particularmente de nubes tipo nimboformes) y menores frecuencias de precipitación sobre el Atlántico que sobre el Pacífico especialmente hasta una distancia de 4000km de la costa. También, se observa un marcado gradiente de la precipitación en dirección oes-

te-este entre 50°S y 60°S (Oliver y Hidore, 1984; Barry y Chorley, 1992).

La costa y la cordillera de los Andes en el extremo sur de la Patagonia y en el archipiélago de Tierra del Fuego presentan altas frecuencias de precipitaciones durante todo el año, con una distinción: no existen aumentos en verano y otoño. Esto indica el carácter polar de este régimen completamente marítimo de la precipitación. La variación anual de días con lluvia es muy similar a la variación de la temperatura del mar (la temperatura oceánica alrededor de Tierra del Fuego es 7°C en verano y 4°C en invierno y primavera). El tipo de precipitación debe tener algún efecto sobre esta variación debido a que en los meses de invierno la precipitación que se manifiesta predominantemente como nieve y respondiendo a las altas velocidades de viento es de baja cantidad.

Similar a la Patagonia y correspondientemente con un incremento grande de la precipitación desde el nordeste hacia el sudoeste, existe una clara división en Tierra del Fuego entre la estepa y el suelo relativamente desnudo del nordeste y la preponderancia de los bosques de hayas en las montañas del sudoeste.

No es casualidad que los grandes hielos patagónicos puedan subsistir al régimen de precipitación descrito. Este hielo proviene de la glaciación que, no es muy frecuente en superficies relativamente altas ubicadas en bajas latitudes. El hielo patagónico se extiende en una longitud de 531km entre 40°38'S y 51°27'S de latitud en dirección norte-sur, con una brecha de 100km a la latitud en donde se encuentra el fiordo Mitchel y Calen (48°S). Tiene un ancho medio de casi 60km y abarca un área de 17900km², que representa el 7% de la glaciación total extrapolar de la superficie terrestre (Bertone, 1960). La existencia de esta masa de hielo en la zona de ablación en el territorio argentino corrobora la suposición de zonas en donde se verifican muy altas cantidades de precipitación anual (posiblemente 7m u 8m anuales en algunos sectores) (Schwerdtfeger, 1956). En la Patagonia, la variabilidad de la precipitación anual es mayor al 40%. En el límite occidental de la Patagonia, el valor de la relación entre las precipitaciones que se presentan en años lluviosos y secos es mayor que 4:1. Excepto en la cordillera al sur de 30°S de latitud, cualquier mes del año puede tener precipitación nula.

El número anual de días con precipitación presenta una configuración similar a la de

la lluvia caída. En la Patagonia, el aumento de la frecuencia de la precipitación hacia el oeste se inicia mucho más rápidamente que el incremento de la lluvia caída. Esto muestra que la sequedad del oeste de la Patagonia no se debe a la ausencia de la actividad ciclónica sino al déficit de agua precipitable. El incremento hacia el límite sur continental es visible sólo en la parte sur de Santa Cruz en donde se presentan más de 100 días con precipitación.

CLIMATOLOGÍA DE LA ZONA DE RÍO TURBIO

Descripción climática de la zona de Río Turbio

Introducción

Los datos de variables meteorológicas de la zona de Río Turbio-Provincia de Santa Cruz (52°41'S - 72°09'W) procedentes de observaciones realizadas en el área son escasos y pertenecen a diferentes períodos. Debido a ello, el estudio de las condiciones climáticas de la atmósfera de la zona de Río Turbio se basó en la información meteorológica y climatológica procedente de los siguientes trabajos: Servicio Meteorológico Nacional (1958a,b, 1960, 1962, 1969, 1977, 1981, 1986, 1992, 2004), Organización Meteorológica Mundial-UNESCO (1975), valores de variables meteorológicas correspondientes a algunas horas medidas en el Aeropuerto de 28 de noviembre, información extraída de Prohaska (1976). Los datos climáticos pertenecientes a otras localidades fueron analizados e interpolados, obteniéndose valores representativos de la zona de Río Turbio. En el caso de que para una variable meteorológica se contara con diferentes valores obtenidos de distintas fuentes bibliográficas utilizando diferentes procedimientos, se procedió a realizar el promedio ponderado correspondiente.

El siguiente estudio incluye el análisis de la información final obtenida mediante la metodología mencionada.

Temperatura del aire

Los valores medios (T), máximos medios (Tmáx), mínimos medios (Tmín), máximos absolutos (TMAX) y mínimos absolutos (TMIN), mensuales y anual obtenidos de la temperatura del aire, que podrían considerarse representa-

tivos de la zona de Río Turbio, se muestran en el cuadro Temperatura del aire.

En la Figura 18 se presenta la marcha anual de los diferentes valores mensuales de temperaturas media, máxima media, mínima media, máxima absoluta y mínima absoluta del aire.

El valor mensual más alto de la temperatura media (T) corresponde al mes de enero con 10.7°C. A partir de este mes, la temperatura media mensual desciende gradualmente hasta alcanzar su valor mínimo en el mes de julio con 1.1°C.

La temperatura máxima absoluta (TMAX) registrada en la zona fue 31.5°C y se presentó en el mes de enero.

La temperatura mínima absoluta (TMIN) observada en la zona alcanzó el valor de -27.0°C durante el mes de agosto. La temperatura máxima media (Tmáx) mensual varía entre 16.5°C correspondiente a enero y 4.6°C perteneciente a julio.

La temperatura mínima media (Tmín) mensual presenta valores comprendidos entre 5.6°C obtenido para el mes de enero y -4.3°C estimado para julio.

MES	T(°C)	Tmáx(°C)	Tmín(°C)	TMAX(°C)	TMIN(°C)
ENE	10.7	16.5	5.6	31.5	-1.5
FEB	10.0	15.8	4.8	25.5	-2.0
MAR	8.8	14.2	3.2	25.5	-5.0
ABR	6.3	11.4	0.7	22.5	-10.5
MAY	2.8	6.9	-1.8	21.0	-18.0
JUN	1.7	5.2	-3.3	18.0	-15.0
JUL	1.1	4.6	-4.3	15.0	-21.0
AGO	1.6	5.8	-3.2	14.5	-27.0
SET	4.3	9.2	-0.2	18.5	-10.0
OCT	6.4	12.3	1.3	20.5	-7.0
NOV	7.5	13.6	2.1	25.0	-5.5
DIC	9.3	15.5	3.6	25.5	-3.0
ANUAL	5.9	10.9	0.7	31.5	-27.0

Cuadro. Temperatura del aire

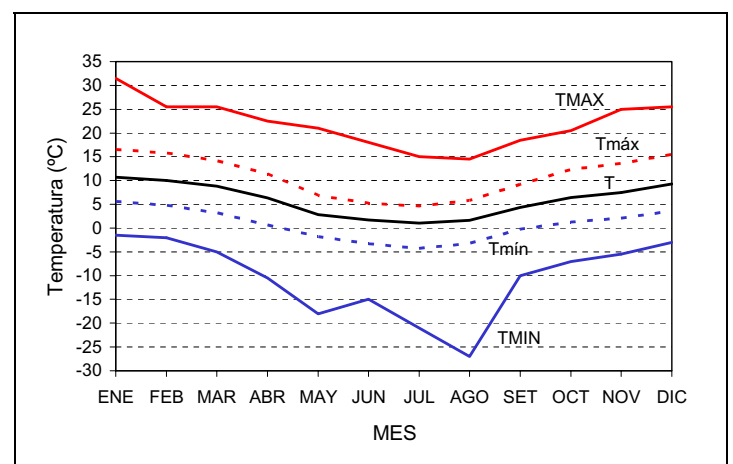


Figura 18. Variación anual de los valores mensuales de temperatura del aire media (T), máxima media (Tmáx), mínima media (Tmín), máxima absoluta (TMAX) y mínima absoluta (TMIN).

Las temperaturas mínimas y máximas medias anuales son 0.7°C y 10.9°C, respectivamente.

La amplitud térmica extrema es de 58.5°C y la amplitud anual de los valores medios mensuales de temperatura es 9.6°C.

Humedad atmosférica

En la siguiente Tabla se presentan los valores de la humedad relativa porcentual media (HR) mensual y anual:

Los valores medios mensuales de la humedad relativa varían entre 65% (enero) y 83% (julio) y se encuentran graficados en la Figura 19.

MES	HR (%)	MES	HR (%)
ENE	65	JUL	83
FEB	67	AGO	82
MAR	69	SET	74
ABR	74	OCT	69
MAY	81	NOV	68
JUN	82	DIC	66

La amplitud anual de la humedad relativa media mensual es 18%.

En la Tabla siguiente se presentan los valores medios mensuales y anual de tensión de vapor (r) registrados en la zona de Río Turbio.

Los mayores valores medios mensuales de la tensión de vapor se presentan durante los meses de verano y los menores en el invierno. El valor más alto corresponde al mes de febrero (8.5 hPa) y el más bajo al mes de julio (5.2hPa). El promedio anual de la tensión de

MES	r (hPa)	MES	r (hPa)
ENE	8.4	JUL	5.2
FEB	8.5	AGO	5.3
MAR	8.0	SET	6.1
ABR	7.2	OCT	7.1
MAY	5.9	NOV	7.9
JUN	5.5	DIC	8.3

vapor es 7.0hPa.

En la Figura 20 está graficada la variación anual de los valores medios mensuales de la tensión de vapor estimados para la zona.

La amplitud anual de la tensión de vapor media mensual en la zona es 3.3hPa.

Presión atmosférica

La presión atmosférica a nivel del suelo depende de las condiciones generales de la atmósfera y de la altura de la estación meteorológica sobre el nivel del mar. Los valores medios mensuales y anual de la presión atmosférica (P) a nivel del suelo en la zona se presentan a continuación:

Los valores medios mensuales de la presión atmosférica a nivel del suelo presen-

MES	P (hPa)	MES	P (hPa)
ENE	983.8	JUL	986.0
FEB	981.6	AGO	985.3
MAR	984.8	SET	985.2
ABR	983.9	OCT	982.6
MAY	982.4	NOV	982.4
JUN	983.0	DIC	981.7

tan un máximo en el mes de julio con 986.0

hPa y un mínimo en febrero con 981.6 hPa.

El valor medio anual es 983.6hPa. En la Figura 21 se encuentra graficada la variación anual de los valores medios mensuales de la presión atmosférica a nivel del suelo.

Nubosidad

Los valores medios mensuales de nubosidad (N) total (en escala de 0 a 10 - décimos de cielo cubier-

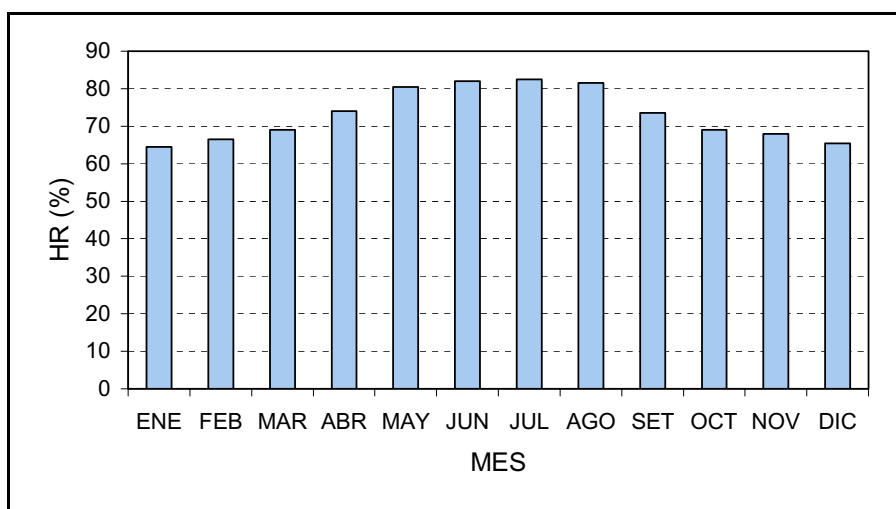


Figura 19. Variación anual de los valores medios mensuales de la humedad relativa (HR) del aire

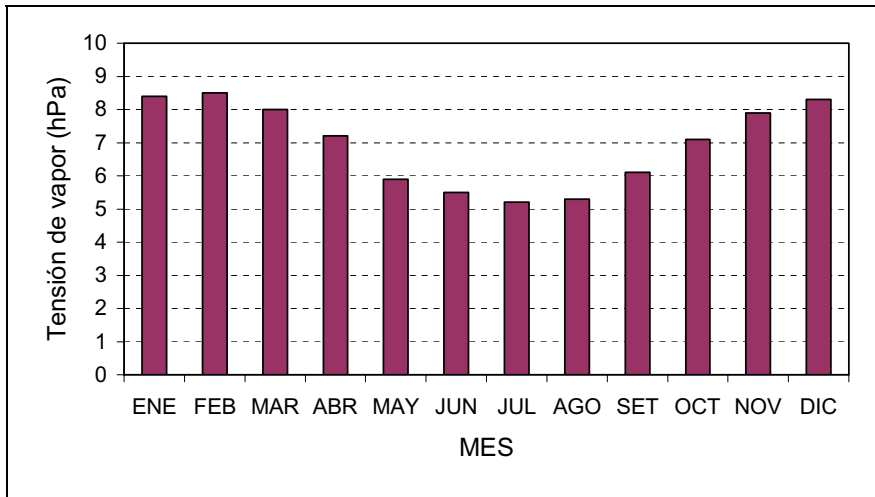


Figura 20. Variación anual de los valores medios mensuales de la tensión de vapor (hPa)

to) se presentan a continuación:

Los mayores valores medios mensuales estimados a partir de las observaciones ocurren en el verano y los menores en el invierno. El valor medio mensual máximo se presenta en el mes de diciembre con $N=7.1$ y el menor en julio con $N=5.2$. El promedio anual

MES	N	MES	N
ENE	6.6	JUL	5.2
FEB	6.8	AGO	5.3
MAR	6.7	SET	6.0
ABR	6.3	OCT	6.2
MAY	5.5	NOV	6.9
JUN	5.4	DIC	7.1

de $N=6.2$.

En la Figura 22 se representa la marcha anual de los valores medios mensuales de nubosidad en la zona.

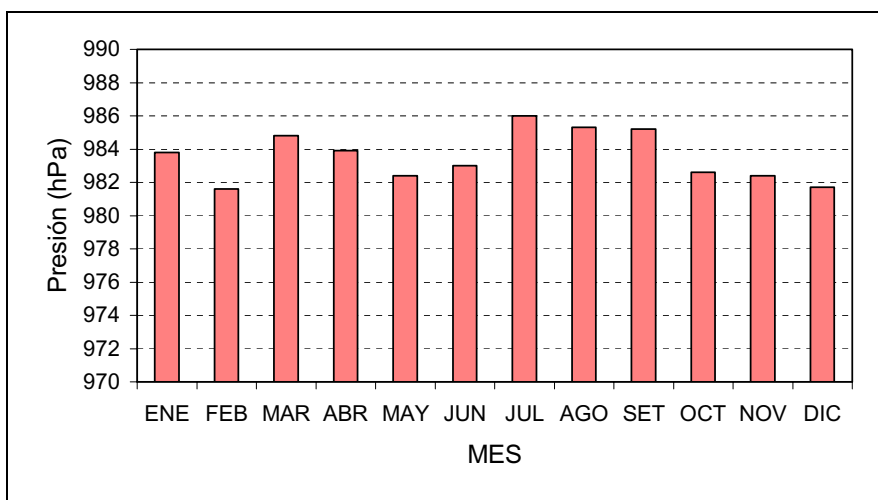


Figura 21. Variación anual de los valores medios mensuales de la presión atmosférica (P) a nivel del suelo.

El número medio mensual y el total anual de días con cielo sin presencia de nubes se incluyen en la siguiente Tabla:

Acompañando la variación de la nubosidad media mensual y de la nubosidad total anual los valores del número medio mensual y total anual de días con cielo sin presencia de nubes, los mayores valores de este parámetro

MES	Días con cielo despejado	MES	Días con cielo despejado
ENE	0.8	JUL	4.8
FEB	0.8	AGO	3.3
MAR	1.0	SET	2.2
ABR	2.0	OCT	1.2
MAY	3.2	NOV	0.8
JUN	3.6	DIC	0.2

se presentan en invierno y los menores en verano. El mayor valor del número medio mensual de días con cielo despejado ocurre en julio (con casi 1/6 de los días del mes con cielo despejado) y el menor valor corresponde a diciembre (con sólo casi 5 horas de cielo despejado). En el año en promedio se presenta sólo el 6.5% de los días con cielo claro.

En la Figura 23 está graficada la marcha anual del número medio mensual de días con cielo despejado en la zona.

El número medio mensual y el total anual de días con cielo cubierto se presentan a continuación.

Se observa una relación directa entre la cantidad de días con cielo cubierto y la nubosidad. En la época más cálida hay mayor nubosidad y mayor número de días con cielo cubierto. Consecuentemente, disminuye el número medio mensual de días con cielo despejado. Lo inverso se presenta en invierno.

MES	Días con cielo cubierto	MES	Días con cielo cubierto
ENE	10.0	JUL	7.6
FEB	11.4	AGO	7.6
MAR	11.7	SET	9.0
ABR	9.2	OCT	8.9
MAY	6.6	NOV	11.7
JUN	7.9	DIC	12.6

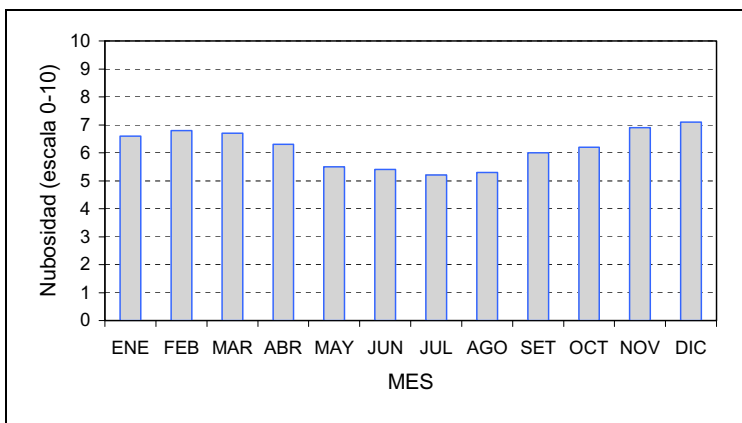


Figura 22. Marcha anual de los valores medios mensuales de nubosidad (escala 0-10) en la zona.

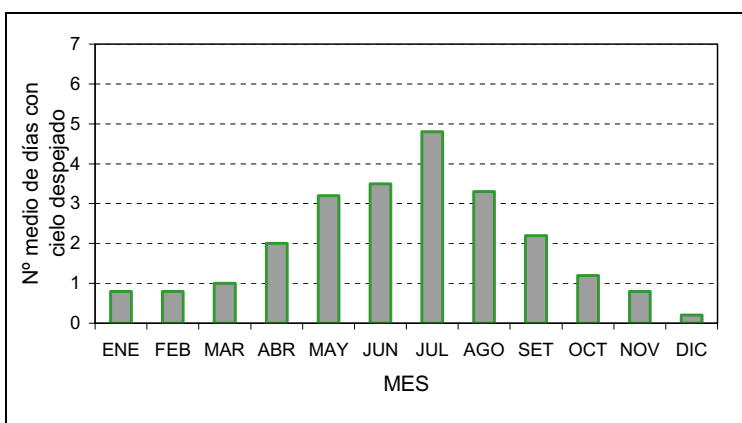


Figura 23. Variación anual del número medio mensual de días con cielo despejado en la zona.

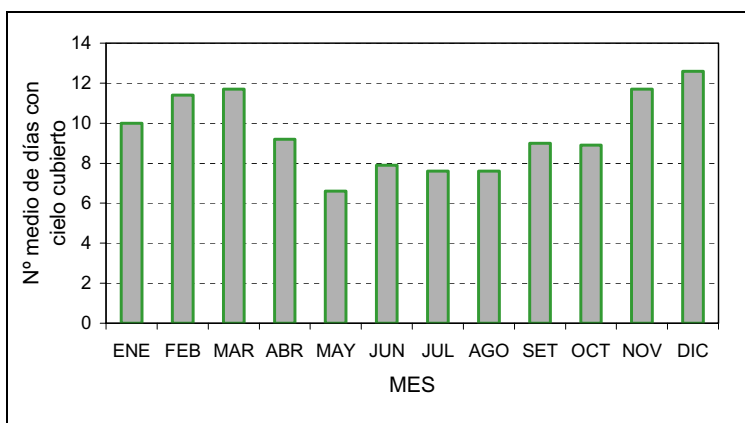


Figura 24. Variación anual del número medio mensual de días con cielo cubierto en la zona.

El mes con mayor cantidad de día nublados es diciembre, con el 41% de los días nublados. Por otra parte, el mes con menor número de días con cielo cubierto es mayo, que presenta el 21% de días nublados. El 31% de los días del año tienen cielo cubierto. En la Figura 24 se presenta la variación anual del número medio mensual de días con cielo cubierto.

Heladas

La definición de helada se adapta a la finalidad de su detección. Desde el punto de vista agroclimático, el fenómeno de la helada se produce cuando la temperatura del aire desciende a temperaturas tan bajas que producen la muerte de las plantas: es decir cuando se produce la muerte de los tejidos vegetales por efecto del frío (Burgos, 1963).

Esta definición, satisfactoria desde el punto de vista agronómico, resulta muy compleja cuando se considera al fenómeno desde el punto de vista meteorológico, climático o geográfico. En ella interviene el aspecto biológico que es muy variable e independiente de las condiciones atmosféricas. Debido a estas razones la caracterización agroclimática de las heladas puede tener valor práctico local, pero no permite generalizaciones geográficas para grandes regiones.

Teniendo en cuenta estas razones, en este Informe se considerará la ocurrencia de helada cuando la temperatura del aire medida en el abrigo meteorológico a 1.5 m de altura sobre el suelo sea igual o descienda por debajo de 0°C.

Los valores del número medio mensual y total anual de días con heladas se presentan en la siguiente Tabla.

Como era esperable, el número medio mensual de días con heladas aumenta en la estación invernal o sea en el período de bajas temperaturas. El valor máximo medio de la cantidad de días con heladas llega a 23.7 en el mes de julio. De esta forma en este mes, en el 77% de los días ocurren heladas. En el año, estos días llegan al 42% del período.

En la Figura 25 está representada la variación anual del número medio mensual de días con ocurrencia de heladas en la zona.

MES	Días con heladas	MES	Días con heladas
ENE	1.2	JUL	23.7
FEB	1.7	AGO	23.1
MAR	6.7	SET	19.0
ABR	14.5	OCT	10.5
MAY	20.2	NOV	6.8
JUN	23.2	DIC	3.1

Precipitación

Los valores medios mensuales y el total anual de la precipitación pluvial (mm) registrada en la zona, se presentan en la siguiente Tabla:

En la Figura 26 se presenta la marcha anual de los valores medios mensuales de la precipitación en la zona.

El mes más lluvioso es marzo (44.7 mm) y el menos lluvioso es setiembre (21.3 mm). No se nota una marcada estacionalidad del régimen de lluvia. El valor total anual es de 442.9 mm.

En la siguiente Tabla se incluye el número medio mensual y total anual de días con precipitación mayor que 3mm.

MES	Precipitación (mm)	MES	Precipitación (mm)
ENE	42.8	JUL	31.5
FEB	37.2	AGO	41.6
MAR	44.7	SET	21.3
ABR	44.3	OCT	31.1
MAY	43.0	NOV	32.3
JUN	38.0	DIC	35.1

La mayor cantidad media mensual de días con precipitación mayor que >3mm ocurre en los meses de primavera y verano. En todos los meses se presentan menos de la tercera parte de los días con precipitación mayor que 3mm. La cantidad total de días con precipitación mayor que 3mm representa algo más de la cuarta parte del período.

En la Figura 27 se encuentra representada la variación anual del número medio mensual de días con precipitación mayor que 3mm.

En la siguiente Tabla se incluye el número medio mensual (sólo para los meses impa-

MES	Días con precipitación > 3mm	MES	Días con precipitación > 3mm
ENE	8.1	JUL	7.2
FEB	8.0	AGO	7.7
MAR	9.2	SET	6.8
ABR	7.6	OCT	8.0
MAY	7.6	NOV	8.2
JUN	7.4	DIC	8.0

res) y total anual de días con precipitación mayor que 10mm.

En noviembre, enero y marzo se presenta la mayor ocurrencia mensual del número medio de días con lluvia mayor que 10mm. La cantidad total anual de días con este tipo de precipitación representa sólo algo más del 2% del año.

En la Figura 28 se encuentra representada la variación anual del número medio mensual de días con precipitación mayor que 10mm (sólo meses impares).

MES	Días con precipitación > 10mm	MES	Días con precipitación > 10mm
ENE	0.7	JUL	0.6
MAR	0.7	SET	0.4
MAY	0.6	NOV	0.7

3.1.8. Flujo del aire

3.1.8.1. Velocidad del viento

En la siguiente Tabla se incluyen los valores medios mensuales y anual de la velocidad del viento en la zona.

Los valores de la velocidad media mensual entre octubre y marzo son mayores que el de la velocidad media anual, mientras que los de los otros meses no superan ese valor. Las menores velocidades medias mensuales se presentan en los meses de mayo y julio (2.1m/s) y la mayor ocurre en enero (4.0m/s).

En la Figura 29 se representa la marcha anual de las velocidades medias mensuales del viento.

MES	velocidad (m/s)	MES	velocidad (m/s)
ENE	4.0	JUL	2.1
FEB	3.6	AGO	2.3
MAR	3.4	SET	3.0
ABR	2.9	OCT	3.6
MAY	2.1	NOV	3.6
JUN	2.3	DIC	3.2

Dirección del viento

Con el objeto de esquematizar climatológicamente la distribución del flujo horizontal del aire en diferentes direcciones se utiliza la rosa de viento. Este diagrama indica la frecuencia de ocurrencia de vientos procedentes de cada dirección. En la siguiente Tabla se presentan

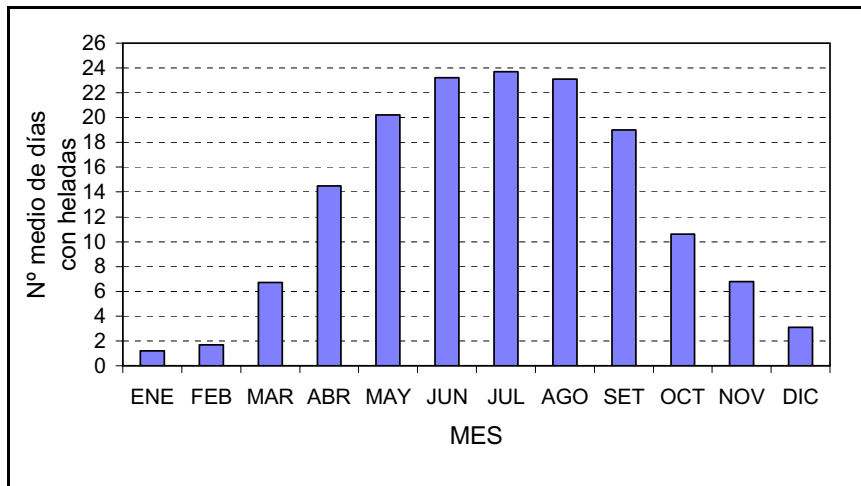


Figura 25. Variación anual del número medio mensual de días con ocurrencia de heladas en la zona

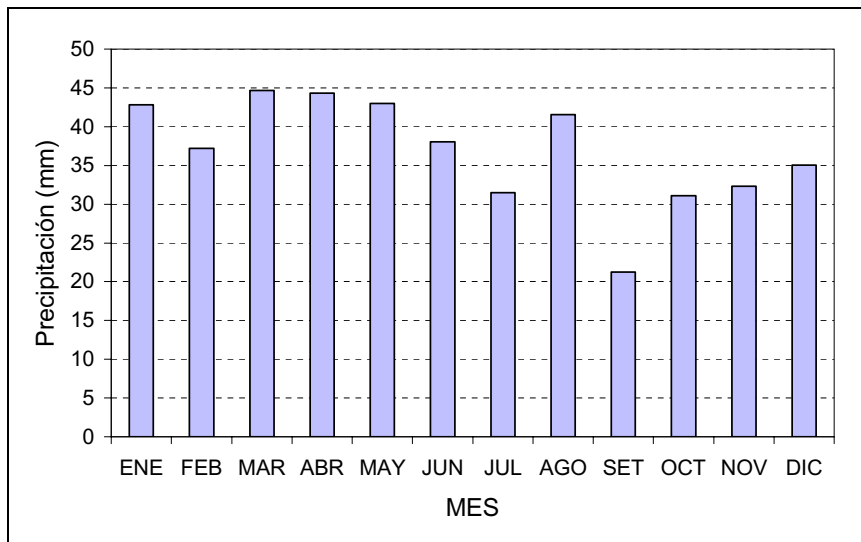


Figura 26. Variación anual de la precipitación mensual media.

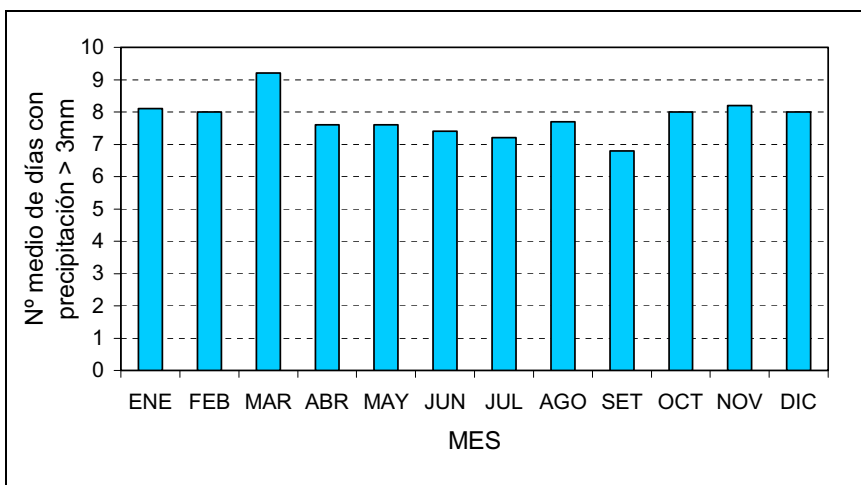


Figura 27. Variación anual del número medio mensual de días con precipitación mayor que 3mm.

las frecuencias (n) mensual y anual de ocurrencia (en escala de 100) de cada dirección del viento. La última columna indica la frecuencia de calmas.

En las Figuras 30 a 42 se presentan las rosas de viento correspondientes a cada mes y la rosa de viento anual.

Las rosas de viento mensuales presentan las siguientes características principales:

- Las direcciones del viento predominantes durante todos los meses son NW, W y SW. Esto se debe a la disposición de las isobaras en esta zona.
- El porcentaje de calmas es importante, especialmente en la estación más fría y es menor en el verano.
- La mayor frecuencia de calmas se observa en el mes de julio (33.18%) y la menor en el mes de diciembre (9.26%)
- La frecuencia del viento correspondiente a la dirección SW es importante entre los meses de octubre y febrero y está vinculada con el corrimiento hacia el sur y su acercamiento a la costa continental del anticiclón semipermanente del Océano Pacífico sur.
- Las mayores velocidades medias mensuales del viento coinciden con la época de menores frecuencia de calmas.
- Las frecuencias del viento del sector N-S que incluye al este tienen, en general valores muy bajos (cercano al 10%).

La rosa de viento anual presenta las siguientes características sobresalientes:

- La dirección predominante es la oeste (28.49%) y el sector menos frecuente es el N-S que incluye al este (aproximadamente 11.2%).
- La frecuencia anual de calmas es 20.87%

Tipología climática de la zona de Río Turbio

La clasificación de los climas tiene por objetivo caracterizar unidades climáticas utilizando sus elementos principales que influyen más sobre la superficie terrestre, como son la temperatura

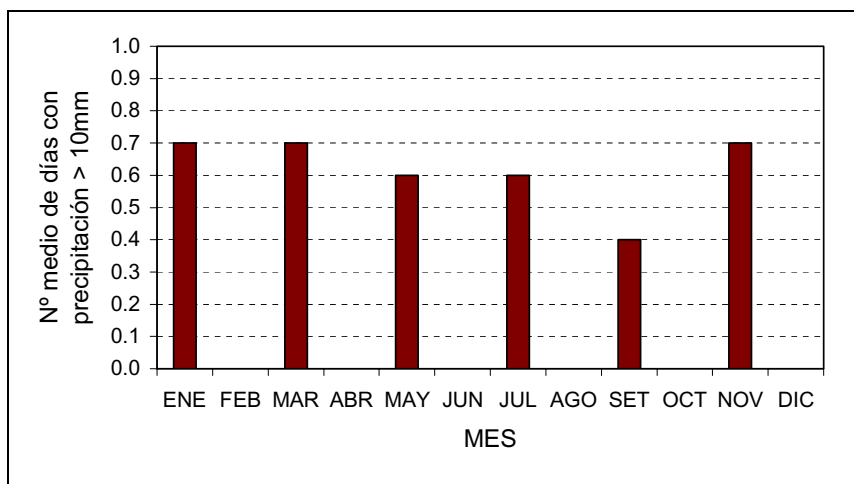


Figura 28. Variación anual del número medio mensual de días con precipitación

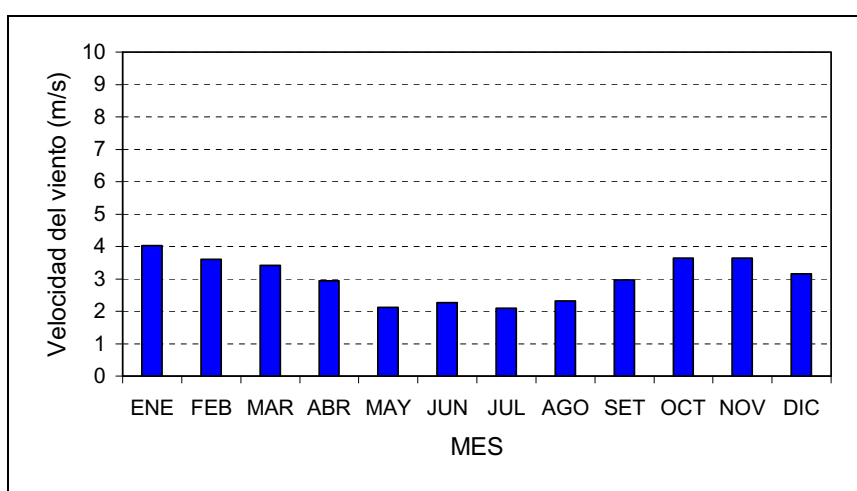


Figura 29. Variación anual de las velocidades medias mensuales del viento (m/s).

MES	NE	E	SE	S	SW	W	NW	N	CALMAS
ENE	0.64	0.39	2.17	1.43	33.06	36.93	10.21	1.30	13.87
FEB	0.69	0.77	1.52	1.56	27.72	30.43	19.86	2.98	14.47
MAR	1.64	1.45	2.03	1.53	21.34	27.43	16.25	2.99	25.32
ABR	0.82	1.64	3.55	1.66	19.56	25.90	19.65	3.66	23.59
MAY	1.00	1.48	5.09	2.15	11.79	22.69	20.05	4.27	31.48
JUN	0.64	1.55	3.07	1.04	11.31	26.71	21.11	2.97	31.61
JUL	1.00	3.15	5.64	1.43	10.01	27.06	14.58	3.95	33.18
AGO	0.67	3.04	3.55	1.46	16.03	26.12	16.07	4.03	29.03
SET	2.79	3.52	6.88	2.44	17.75	25.55	18.26	4.23	18.58
OCT	1.13	0.64	2.15	1.64	24.83	31.85	22.10	3.39	12.28
NOV	0.88	1.82	3.85	2.12	28.11	31.34	17.72	2.39	11.77
DIC	0.71	1.43	3.27	1.93	39.50	29.92	12.29	1.69	9.26
AÑO	1.06	1.7	3.59	1.71	22.09	28.49	17.36	3.13	20.87

y la precipitación. Además, esta clasificación trata de destacar la analogía y la relación existente entre las grandes unidades climáticas poniendo de manifiesto sus principales causas: el efecto de la latitud y el de las circulaciones atmosférica y oceánica asociadas a las características geográficas. En general, las clasificaciones climáticas tienen su origen en descripciones tipogeográficas. Las descripciones

fisonómicas de la vegetación se relacionan con mapas descriptivos que contienen distribuciones de la temperatura y de la lluvia. En este sentido, se pueden citar las contribuciones iniciales realizadas por De Candolle (1855), Grisebach (1866), Drude (1890) y Shimper (1898). Köppen (1900), contemporáneo de los autores anteriores, intentó por primera vez desarrollar una clasificación climática racional de los grandes grupos climáticos en base a las manifestaciones fitogeográficas, adoptando una terminología y simbolismos similares a los utilizados por los autores citados. En trabajos posteriores (Köppen, 1923; Köppen y Geiger, 1936), se intentó encontrar una fórmula conveniente para expresar el valor relativo de la lluvia, ya que el valor absoluto de la precipitación no fue considerado representativo de su acción sobre la superficie terrestre. En ellos, se reconoció lo decisivo que resultaría el conocimiento de la magnitud de la evaporación para distinguir los climas secos de los húmedos. Por falta de tal conocimiento, se desarrollaron índices que relacionan la precipitación y la temperatura.

Ambas variables fueron ponderadas de manera tal que los índices resultantes pusieran de manifiesto las limitaciones de la misma para ser aplicadas a las fisonomías vegetales. Algunos autores, se ocuparon posteriormente de este problema, intentando superar los primeros lineamientos establecidos por Köppen. Penck (1910), De Martonne (1926, 1941) y Thornthwaite (1930) pueden citarse como los

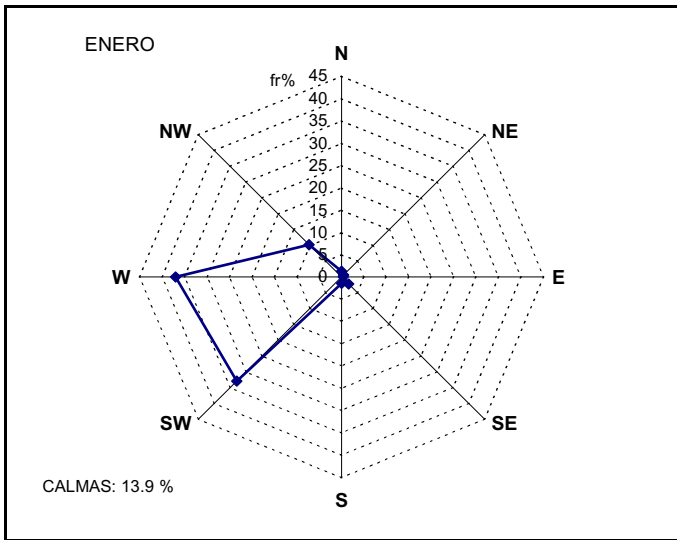


Figura 30. Rosa de viento. Mes: enero

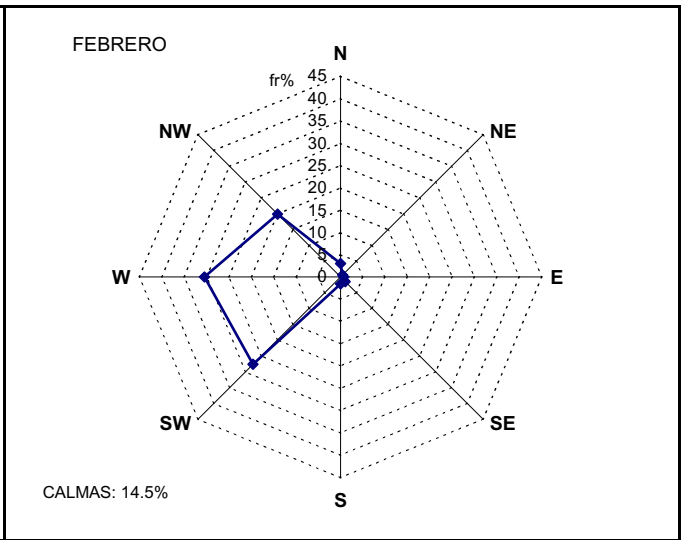


Figura 31. Rosa de viento. Mes: febrero.

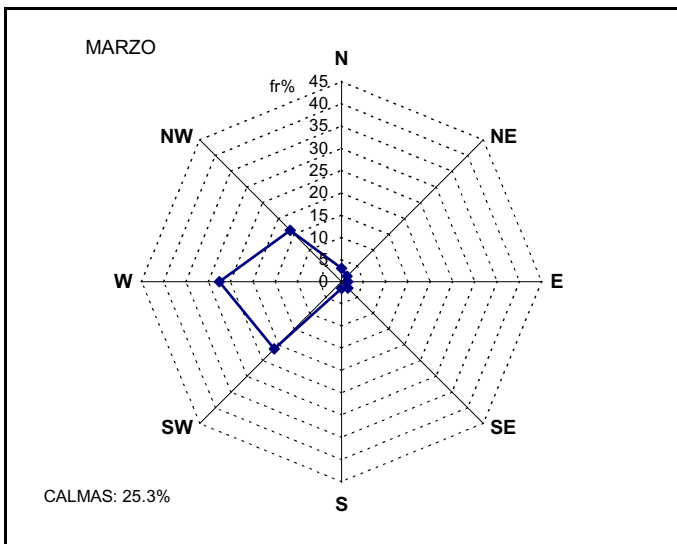


Figura 32. Rosa de viento. Mes: marzo

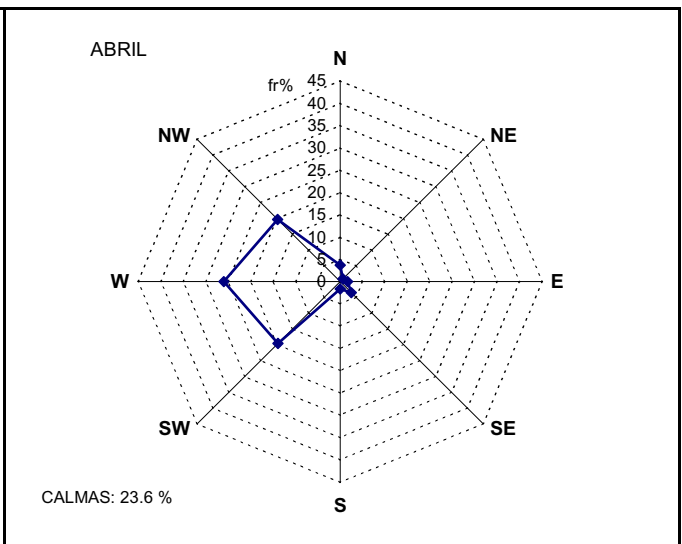


Figura 33. Rosa de viento. Mes: abril

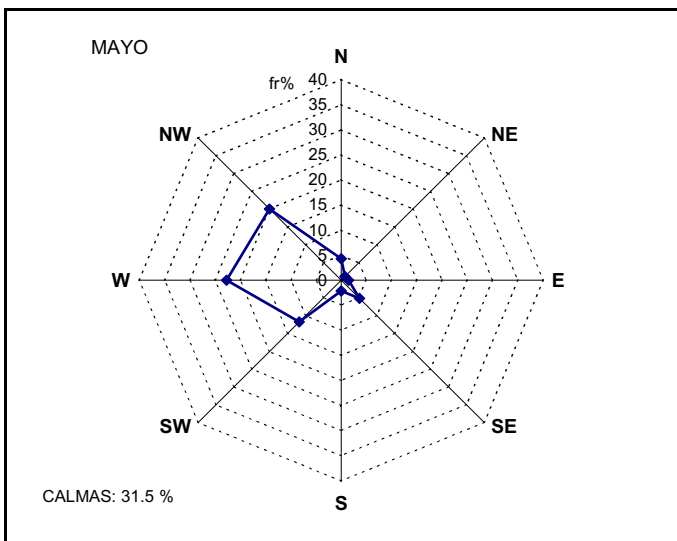


Figura 34. Rosa de viento. Mes: mayo

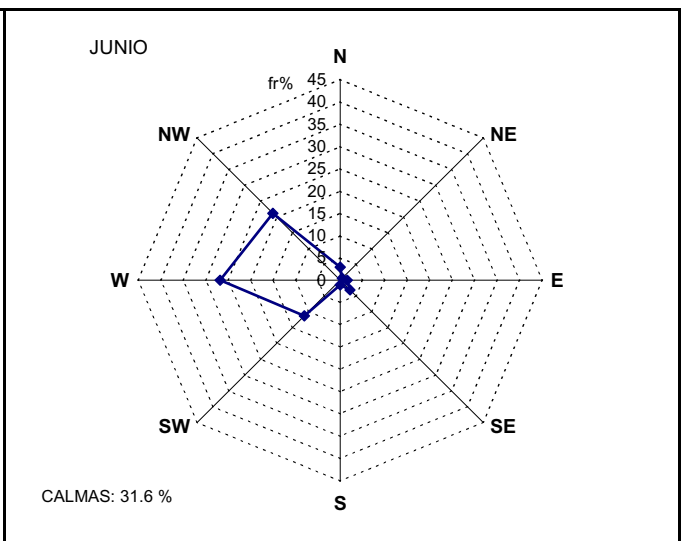


Figura 35. Rosa de viento. Mes: junio.

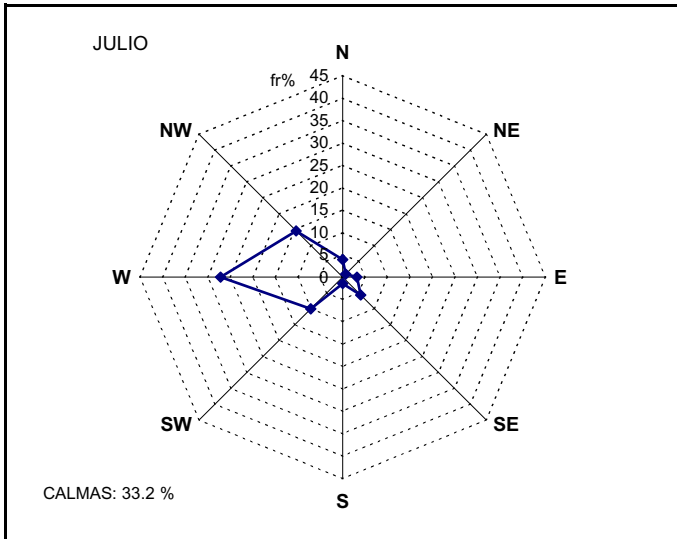


Figura 36. Rosa de viento. Mes: julio

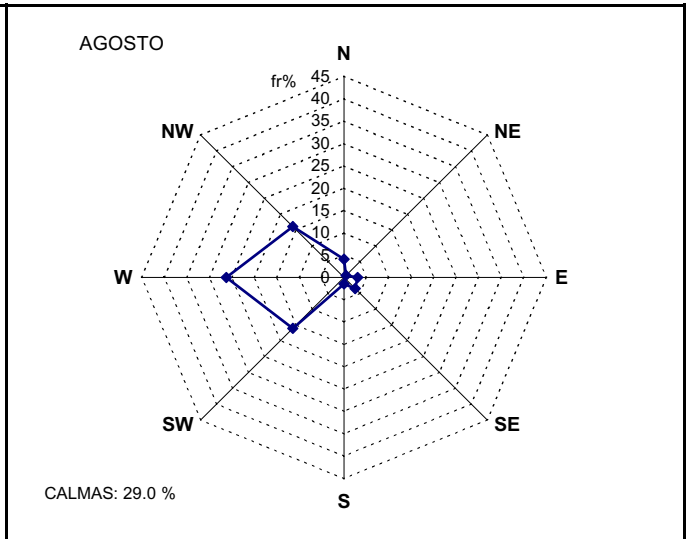


Figura 37. Rosa de viento. Mes: agosto.

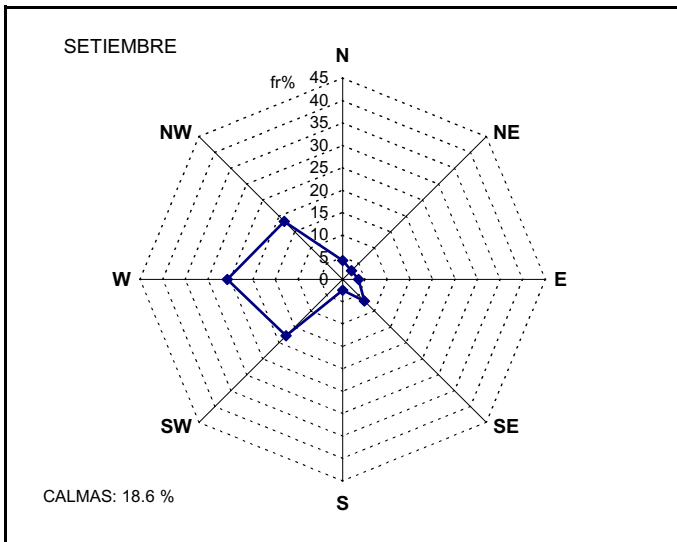


Figura 38. Rosa de viento. Mes: setiembre

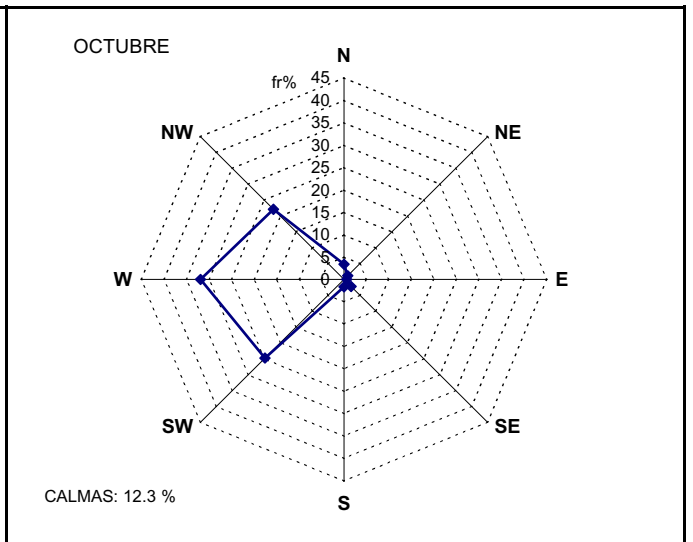


Figura 39. Rosa de viento. Mes: octubre

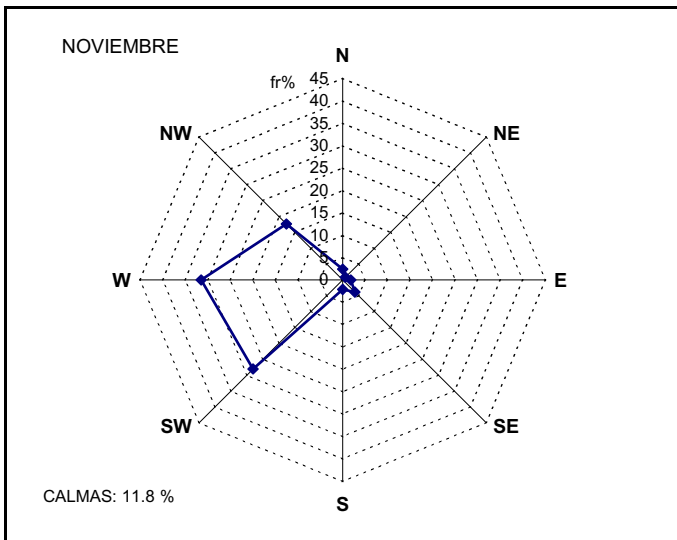


Figura 40. Rosa de viento. Mes: noviembre

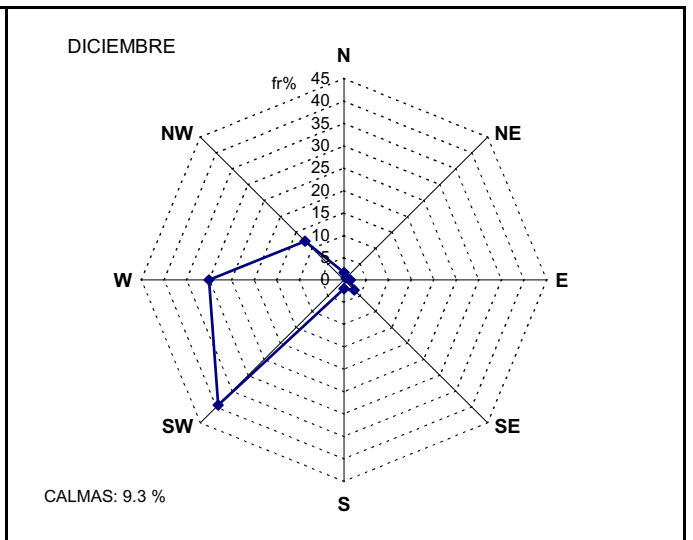


Figura 41. Rosa de viento. Mes: diciembre

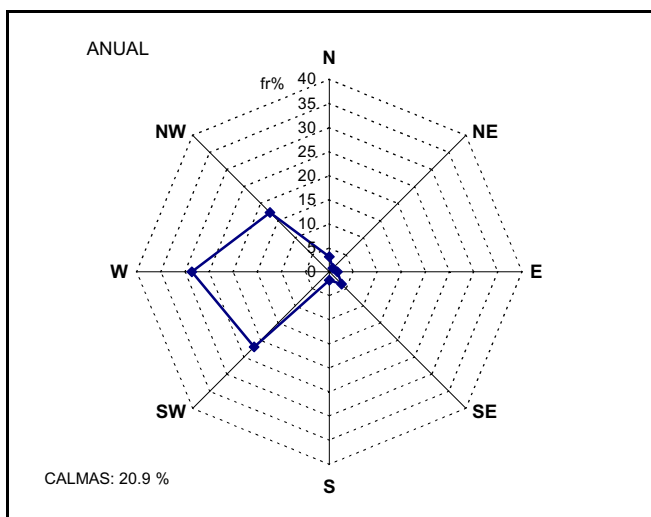


Figura 42. Rosa de viento. Anual

autores de otras tantas tentativas de este proceder. Pero estos intentos no dejan de ser descripciones climáticas de regiones fito-geográficas o simplemente geográficas. Sus índices, sobre todo el destinado a representar el valor relativo de la precipitación, son teóricos, y en ellos como en los de Köppen, generalmente interviene la lluvia y la temperatura deducidos de su acción sobre la vegetación.

La segunda clasificación de Thornthwaite (1948) tuvo la ventaja sobre las otras propuestas desarrolladas anteriormente de independizarse de índices deducidos de la fisonomía vegetal y de utilizar exclusivamente valores climáticos para expresar el valor relativo de la precipitación. Budyko (1974) propuso otra clasificación sencilla basada en el balance de energía, que ha tenido amplia aceptación. En ella, define un índice de sequedad, cuyo valor permite determinar regiones húmedas y secas. Otras clasificaciones fueron propuestas a partir de 1956, pero no han tenido aceptación general (Barry y Chorley, 1992; Cervený, 1998).

Con el objeto de tipificar climáticamente la República Argentina se han realizado algunos ensayos.

Davies (1902, 1910) propuso una división climática del país basada en una descripción meteorológica de regiones político-geográficas.

Köppen (1923, 1931) y Köppen y Geiger (1936) en su clasificación climática planetaria incluyen mapas con divisiones climáticas de América del Sur realizados aplicando el sistema climatológico desarrollado por Köppen. Knoche y Borzacov (1947) criticaron su adaptación a la realidad geográfica del país y describieron el sistema de Knoche de «climas mensuales» que, tampoco posibilita realizar una síntesis climática definitiva.

Parodi (1945) (ver De Fina y Ravelo, 1985) estableció que la zona de Río Turbio tiene Clima de Estepa Patagónica. Este clima está caracterizado por los siguientes valores de algunos parámetros meteorológicos.

Burgos y Vidal (1951) basándose en la clasificación climática confeccionada por Thornthwaite (1948) que se fundamenta en dos elementos meteorológicos (la precipitación y la temperatura del aire), determinaron tipos climáticos y regiones hídricas para el territorio de la República Argentina. En el trabajo realizado por Burgos y Vidal (1951), también, se presentan varios sistemas climáticos aplicados a la República Argentina.

De las regiones hídricas de De Martonne (1941) obtenidas mediante la aplicación de de su índice de aridez resulta que, para la zona de Río Turbio, el valor anual de este índice es aproximadamente 22. Este índice relaciona el valor medio del índice anual y el del mes más seco. El valor obtenido para Río Turbio es muy alto.

Por otra parte, de acuerdo con la clasificación climática de Köppen, que presenta cinco zonas climáticas subdivididas en once tipos fundamentales de climas, a la zona de Río Turbio corresponde el clima templado húmedo (Dw). Este tipo climático está definido como clima seco y húmedo con inviernos fríos.

Utilizando el sistema climático desarrollado por Thornthwaite (1948), la zona de Río Turbio (ver Burgos y Vidal, 1951) está caracterizada por una evapotranspiración potencial media anual de 320mm, una deficiencia anual media de agua de 450 mm y por un índice hídrico de -15, que corresponde al tipo de clima subhúmedo seco (C1). Asimismo, en la zona co-

Temperatura (°C)					Heladas		Precipitación (mm)	
Medias			Extremas		Mes de ocurrencia		Media	Déficit de agua
anual	enero	julio	máx. abs.	mím. abs.	tardías	tempranas		
6 - 13	11 - 19	0 - 7	30 - 41	-33 a -10	nov. - ene.	feb. - abr.	150 - 700	0 - 600

responde una variación estacional de la eficiencia hídrica de tipo d (clima seco con nulo o pequeño exceso de agua).

También, la zona tendría un índice de eficiencia térmica igual a 600 que, corresponde al tipo de clima Mesotermal (B'1), con una concentración estival de la eficiencia térmica (a') del 48%.

Componiendo las eficiencias hídrica, su variación estacional y térmica y su concentración estival, se encuentra que a la zona de Río Turbio le corresponde, de acuerdo con Thornthwaite, el clima subhúmedo seco (tipificado como C1 B'1 d a').

SÍNTESIS CLIMÁTICA

El clima de esta Región está caracterizado por la constancia en la dirección y las altas velocidades del viento. Esto se debe principalmente a la influencia de los dos centros anticiclónicos semi-permanentes ubicados en el sur de los Océanos Pacífico y Atlántico, que varía poco espacial y temporalmente durante el año.

Utilizando diferentes fuentes de información: mediciones de variables meteorológicas realizadas «in situ», Atlas Climáticos, trabajos realizados sobre las condiciones climáticas, se elaboró una descripción climatológica de la zona.

La zona de Río Turbio tiene las siguientes características climáticas principales:

- La temperatura media mensual más alta es 10.7°C (enero) y la menor es 1.1°C (julio).
- La temperatura absoluta puede oscilar entre -27°C y 31.5°C.
- Las temperaturas mínimas y máximas medias anuales varían entre 0.7°C y 10.9°C.
- La humedad relativa media mensual más alta es 83% (julio) y la menor es 65% (enero).
- La tensión de vapor media mensual más alta corresponde al mes de febrero con 8.5hPa y la más baja ocurre en julio con 5.2hPa.
- La presión atmosférica media mensual a nivel del suelo varía entre 986.0hPa en julio y 981.6 hPa en febrero.
- La nubosidad media mensual (en escala 0-10) se encuentra comprendida entre 5.2 (julio) y 7.1 (diciembre).
- El número medio mensual de días con cielo despejado fluctúa entre 0.2 (diciembre) y

4.8 en julio. El número total anual de días con cielo claro es 23.8.

- La cantidad media mensual de días con cielo cubierto está comprendida entre 6.6 (mayo) y 12.6 (diciembre). El número total anual de días nublados es 114.2.
- El valor medio mensual del número de días con heladas varía entre 1.2 (enero) y 23.7 (julio). El valor del número anual de días con heladas es 153.8.
- La precipitación media mensual está comprendida entre 21.3 mm en setiembre y 44.7 mm en marzo. Durante el año llueven 442.9mm.
- El número medio mensual de días con precipitación mayor que 3mm se encuentra comprendido entre 6.8 (setiembre) y 9.2 (marzo). El valor anual del número total de días con precipitación mayor que 3 mm es 93.8.
- La cantidad anual de días con precipitación superior a 10mm es 7.8.
- La velocidad media mensual del viento varía entre 2.1 m/s (mayo y julio) y 4.0 m/s (enero). La velocidad media anual es 3.1m/s.
- Durante todo el año predominan los vientos provenientes del noroeste, oeste y sudoeste.
- El número anual de calmas representa casi el 21%.
- El número de horas con viento calmo es mayor en invierno.
- Entre octubre y febrero, se intensifican las frecuencias de vientos con dirección sudoeste.
- Las frecuencias de vientos procedentes del sector norte al sur (incluyendo el este) son bajas.

De acuerdo con estos valores descriptivos se puede tipificar a la zona de Río Turbio por pertenecer al clima templado húmedo (de acuerdo con la clasificación climática elaborada por Köppen) y al clima subhúmedo seco (según la clasificación climática desarrollada por Thornthwaite).

CARACTERÍSTICAS DE LA ESTACIÓN METEOROLÓGICA PROPUESTA

Condiciones y elementos meteorológicos a medir

Se recomienda la instalación de una estación meteorológica automática en la zona de Río Turbio.

Las estaciones meteorológicas deben ser instaladas en lugares que cumplan con algunas condiciones. Deben estar localizadas en terrenos abiertos. Deben estar lejos de edificaciones y de líneas de árboles. Estar instaladas a distancia de los obstáculos de más de 10 veces su altura media.

Cumpliendo con estas condiciones los datos de las variables meteorológicas medidas representarán el clima de la zona en la que están localizadas.

Los principales elementos meteorológicos a medir en una estación meteorológica son los siguientes.

Características de los instrumentos meteorológicos

La mayoría de las mediciones meteorológicas serán realizadas en forma directa. En este tipo de mediciones, los sensores a utilizar deberán ser localizados en el lugar de interés. Por lo tanto, los instrumentos utilizados son conocidos como instrumentos de medición directa. Ejemplos de ellos son los termómetros, los higrómetros, los barómetros, los anemómetros, etc. Estos instrumentos pueden ser monitoreados «in situ» o remotamente.

En este Informe, se propone utilizar un sistema de adquisición de datos en forma numérica con almacenamiento de los mismos en forma digital para su posterior procesamiento.

Los instrumentos de medición afectan el valor de la variable a determinar y deben cumplir con una serie de requisitos de exactitud y precisión.

A continuación, a modo de ejemplo, se incluyen las características principales de los sensores a proponer.

a) Medición de la temperatura

Sensor: termo-resistencia de platino.
Rango de medición: -30°C a 50°C.
Exactitud: $\pm 0.2^\circ\text{C}$ en todo el rango de medición.

b) Medición de humedad del aire

Sensor: capacitor.
Rango de medición: 0 a 100% de humedad relativa
Exactitud: $\pm 2\%$ entre 0 y 80%
 $\pm 3\%$ entre 80 y 100%

c) Medición de la precipitación

Sensor: a canjilones
Sensibilidad: 0.25 a 1mm de lluvia caída
Orificio: 200mm de diámetro
Con protección de los insectos

d) Medición de la radiación solar

Sensor: celda foto-voltaica de silicio
Respuesta espectral: 0.35 a 1.15 micrones
Tiempo de respuesta 1 milisegundo

e) Medición de la presión atmosférica

Sensor: diafragma piezo-resistivo
Rango: 600 a 1100hPa

Elemento meteorológico	Tipo de medición	Valores a obtener
Presión atmosférica	Presión a nivel del suelo	Valores medios y extremos
Temperatura del aire	Medida a 1.5m del suelo	Valores medios, extremos y extremos medios
Humedad del aire	Medida a 1.5 m del suelo	Humedad relativa media y extremas Tensión de vapor media y extremas
Velocidad del viento	Medida a 10 m de altura	Valores medios y extremos
Dirección del viento	Medida a 10 m de altura	Determinada en número mínimo de 16 direcciones y calma
Radiación	Radiación global	Radiación horaria
Precipitación	Altura equivalente del agua precipitada	Lluvia acumulada e intensidad de la lluvia

Sensibilidad: 4.9 mV por hPa
Exactitud: ± 0.88 hPa

f) Medición de la velocidad del viento

Sensor : anemómetro de copelas
Umbral: 0.25m/s
Exactitud: $\pm 1\%$
Rango de medición: 0.25 a 45m/s

g) Medición de la dirección del viento

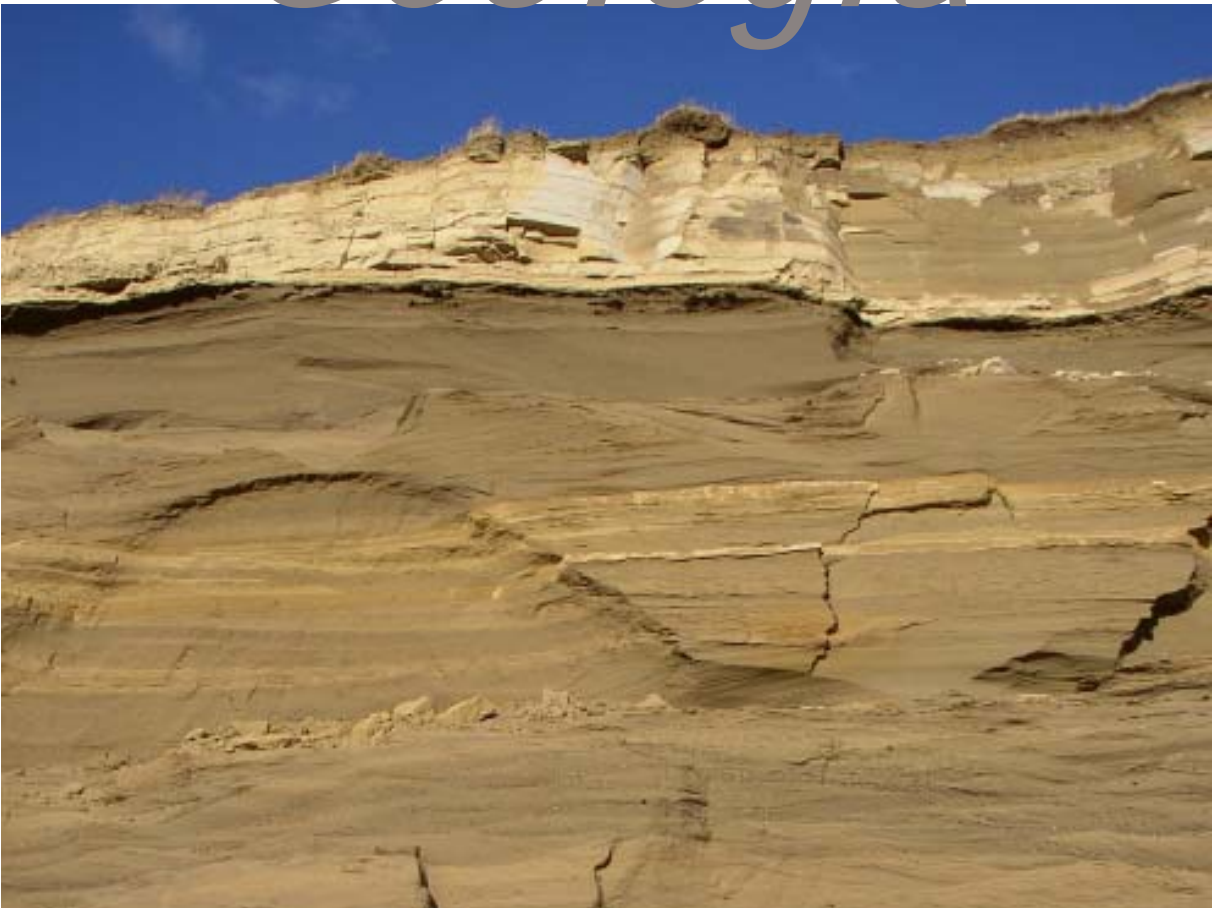
Sensor: veleta de cola simple
Umbral: 0.25m/s
Exactitud: $\pm 2^\circ$
Rango de medición: 0 a 360°

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Barry R.G. and Chorley R.J., 1992. Atmosphere, Weather and Climate. 1992. Routledge. London.
- Bertone M., 1960. Inventario de los glaciares existentes en la vertiente argentina entre los paralelos 47°30' y 51°S, Instituto Nacional del Hielo Continental Patagónico. Pub. N° 3. Buenos Aires.
- Budyko M.I., 1974. Climate and Life. New York. Academic Press.
- Burgos J.J. 1963. Las heladas en la República Argentina. Colección Científica del I.N.T.A. Buenos Aires. Argentina.
- Burgos J.J. y Vidal A.L., 1951. Los climas de la República Argentina, según la nueva clasificación de Thornthwaite. Meteoros, 1, 3-32.
- Cerveny R.S., 1998. Present Climates of South America. (In: Hobbs J. E., Lindesay J.A. and Bridgman H.A. (Eds): Climates of Southern Continents). J. Wiley and Sons. New York. USA.
- Davies W., 1902. Climate of the Argentine Republic. Buenos Aires.
- Davies W., 1910. Climate of the Argentine Republic. Buenos Aires.
- De Candolle A., 1855. Géographie botanique raisonnée, ou Exposition des faits principaux et des lois concernant la distribution géographique des plantes de l'époque actuelle. Paris, France. 2 Vols.
- De Fina A.L. y Ravelo A.C., 1985. Climatología y Fenología Agrícolas. Editorial Universitaria de Buenos Aires.
- De Martonne E., 1926. Une nouvelle fonction climatologique: l'indice d'aridité. La Météorologie, 449-458.
- De Martonne E., 1941. Nouvelle carte mondiale de l'indice d'aridité. La Météorologie, 3-26.
- Drude O., 1890. Handbuch der Pflanzengeographie. Stuttgart, Germany.
- Grandoso H.N. Y Núñez J.E., 1955. Análisis de una situación de bloqueo en la parte austral de América del Sur. Meteoros, 5, 24-35.
- Grisebach A., 1866. Die Vegetations-Gebiete der Erde, übersichtlich zusammengestellt. Petermans Mitt, 12, 45-53.
- Huschke R.E.(ed.), 1959. Glossary of Meteorology. Boston. American Meteorological Society. 638pp.
- Knoche W. y Borzacov W., 1947. Provincias climáticas de la Argentina. (en: Geografía de la República Argentina). GAEA. Buenos Aires. Vol. VI, 140-174.
- Köppen W., 1900. Versuch einer Klimaklassifikation der Klimate vorzugsweise nach ihren Beziehungen zur Pflanzenwelt. Geogr. Zeitschr. 6, 593-611.
- Köppen W., 1923. Die Klimate der Erde. Grundriss der Klimakunde. Berlin und Leipzig. Walter de Gruyter and Co.
- Köppen W., 1931. Grundriss der Klimakunde. Berlin und Leipzig. Walter de Gruyter and Co.
- Köppen V. y Geiger R., 1936. Handbuch der Klimatologie. Berlin und Leipzig. Walter de Gruyter and Co.
- Oliver J.E. and Hidore J.J., 1984. Climatology. Charles E. Merrill Publishing Company. Columbus.
- Organización Meteorológica Mundial-UNESCO. 1975. Atlas Climático de América del Sur. Ginebra. Suiza.
- Penck A., 1910. Versuch einer Klimaklassifikation auf physiogeographischer Grundlage. Sitzungsber. Königl. Preuss. Akad. Der Wiss., Phys.-Math. Klasse. Berlin, 236-246.
- Prohaska F., 1976. The Climate of Argentina, Paraguay y Uruguay. (in Schwerdtfeger W. (Ed.): Climates of Central and South America). World Survey of Climatology. Vol. 12. Elsevier Scientific Pub. CO.
- Schwerdtfeger W., 1956. Determinación indirecta de las condiciones climáticas del hielo continental patagónico. An. Soc. Científica Argentina, 161, 53-82.
- Schwerdtfeger W., 1958. Ein Beitrag zur Kenntnis des Klimas in Geibiet der Patagonischen Eisfelder. Z. Gletscherk. Glazialgeol., 4, 73-86.
- Schwerdtfeger W. y Prohaska F., 1955. Análisis de la marcha anual de la presión y sus relaciones con la circulación atmosférica en Sudamérica austral y la Antártida. Meteoros, 5, 223-237.

-
- Servicio Meteorológico Nacional. 1958a. Estadísticas Climatológicas. 1901-1950. Publicación B₁ N°1. Buenos Aires. Argentina.
- Servicio Meteorológico Nacional. 1958b. Estadísticas Climatológicas. 1941-1950. Publicación B₁ N°3. Buenos Aires. Argentina.
- Servicio Meteorológico Nacional. 1960. Atlas Climático de la República Argentina. Buenos Aires. Argentina.
- Servicio Meteorológico Nacional. 1962. Datos Pluviométricos. 1927-1950. Publicación B₁ N° 2. Buenos Aires. Argentina.
- Servicio Meteorológico Nacional. 1969. Estadísticas Climatológicas 1951-1960. Publicación B₁ N°6. Buenos Aires. Argentina.
- Servicio Meteorológico Nacional. 1977. La evaporación en zonas áridas de la República Argentina. Publicación. Serie B N°17. Buenos Aires. Argentina.
- Servicio Meteorológico Nacional. 1981. Estadísticas Climatológicas 1961-1970. Publicación Serie B N°35. Buenos Aires. Argentina.
- Servicio Meteorológico Nacional. 1986. Estadísticas Climatológicas 1971-1980. Publicación. Serie B N°36. Buenos Aires. Argentina.
- Servicio Meteorológico Nacional. 1992. Estadísticas Climatológicas 1981-1990. Publicación Serie B N°37. Buenos Aires. Argentina.
- Servicio Meteorológico Nacional. 2004. Estadísticas Climatológicas 1991-2000. Buenos Aires. Argentina. CD.
- Shimper A. F. W., 1898. Pflanzen-Geographie auf physiologischer Grundlage. Jena.
- Thornthwaite C. W., 1930. The climates of North America according to a new classification. The Geographical Rev, 633-655.
- Thornthwaite C. W., 1948. An approach toward a rational classification of climate. The Geographical Rev, 55-94.

Geología



INTRODUCCIÓN

El área de estudio se ubica en la zona de transición entre las provincias geológicas Cordillera Patagónica Austral, segmento sur (Leanza, 1972), y Meseta Patagónica Austral.

La Cordillera Patagónica Austral está caracterizada por el desarrollo axial del Batolito Patagónico, aunque sus afloramientos están principalmente en territorio chileno. También, a estas latitudes, se despliega una faja plegada y corrida que es responsable del importante acortamiento y levantamiento de la cordillera. Esta faja se localiza al sur del punto triple de Aysén y está generada por la colisión de la dorsal de Chile (Ramos, 1989).

En la Meseta Patagónica Austral se hallan los depósitos marinos y continentales cretácicos y los cenozoicos. En el norte afloran coladas que corresponden a basaltos alcalinos de plateaux del Mioceno medio a superior. Hacia el sur, los basaltos ocupan superficies menores, destacándose las grandes planicies de diversos orígenes (que incluyen a los denominados «rodados patagónicos»). Estas planicies son disectadas por amplios valles con depósitos glaciares y fluvio-glaciares. El subsuelo está constituido por depósitos mesozoicos-cenozoicos de la Cuenca de Magallanes o Austral, secuencia clástica marina conocida como Plataforma Springhill. En el extremo sur de la Meseta Patagónica Austral, se sitúa el campo volcánico de Palei Aike, caracterizado por volcanismo basáltico alcalino de edad plio-pleistocena; este volcanismo estaría controlado por reactivación neotectónica de antiguas fallas extensionales jurásicas de rift.

ESTRATIGRAFÍA

Se describen solo las unidades geológicas que afloran en el área de estudio. Es necesario señalar, que inmediatamente al este de la zona abarcada por este trabajo, se hallan sedimentitas marinas y continentales cretácicas, integrantes del conjunto sedimentario cretácico-paleógeno. Sin embargo las mismas, incluidas en las formaciones Cerro Toro, Monte Chico, Cerro Cazador y Cerro Dorotea (esta última del Paleoceno), dada su localización, no son consideradas en el presente informe.

La distribución de las diferentes unidades geológicas se puede observar en el Mapa Geológico a escala 1:20.000 que se anexa.

Formación Río Turbio (Feruglio, 1938)

La Formación Río Turbio corresponde a sedimentitas paleógenas ubicadas al oeste del valle del río Turbio. Es una secuencia alternante entre sedimentitas marinas y continentales portadoras de bancos de carbón.

Litológicamente (Hünicken, 1955), se la divide en dos secciones. La inferior, que aflora en la sierra Dorotea, posee una potencia de 290 m aproximadamente y está compuesta por conglomerados y areniscas medianas a gruesas, pardo amarillentas, y niveles con invertebrados fósiles intercalados con otros con abundante tafloflora. En la parte superior de esta sección se interponen los mantos de carbón nominados «Inferior» y «Superior», que constituyen el Complejo Carbonoso Inferior, con 2 y 4 m de potencia, respectivamente.

La sección superior está formada por areniscas finas a gruesas, en parte conglomerádicas, pardo verdosas, en la que alternan niveles con invertebrados y plantas; aproximadamente por debajo de la parte media, presenta los mantos de carbón «B», «A» (2 m) y «Dorotea» (4 m) que conforman el Complejo Carbonoso Superior (foto G1).

Según Furque y Caballé (1993), la relación de la base de la Formación Río Turbio con la Formación Cerro Dorotea es una discordancia erosiva (no advertida en el campo). Esta relación es visible en el Filo de la Mina donde la sucesión comienza con un conglomerado en la base. Con respecto al techo, se observa una discordancia erosiva sobre la cual se han depositado los conglomerados basales de la Formación Río Guillermo. La Formación Río Turbio presenta una estructura homoclinal regional, de rumbo norte-sur e inclinaciones al este de entre 12° y 15°. Localmente está afectada por fallas de poco rechazo y pliegues secundarios de reducidas dimensiones (foto G2).

Para Hünicken (1955) correspondería a un ambiente límnico litoral en el cual alternaron facies marinas y continentales.

Según Malumián y Panza (2000), la edad del miembro superior sería del Eoceno medio superior a Eoceno superior bajo, de acuerdo con la zonación micropaleontológica, en tanto el miembro inferior, en principio, sería post Paleoceno y pre Eoceno superior, por su relación estratigráfica.

Formación Río Guillermo (Hünicken, 1955)

La Formación Río Guillermo está conformada por sedimentitas de origen continental. Aflora al este de la Formación Río Turbio en la zona de la sierra Dorotea.

La unidad está integrada por una secuencia alternante de conglomerados finos a gruesos y areniscas medianas a gruesas y, en menor cantidad, niveles de areniscas muy finas, limolitas y arcilitas. El color dominante de las psamitas y psefitas es castaño amarillento, grisáceo y verdoso. Los conglomerados son polimícticos, con rodados redondeados a subredondeados de vulcanitas, metamorfitas y cuarzo lechoso. Además, son frecuentes los restos de troncos silicificados. Las delgadas intercalaciones limosas y arcillosas son grises oscuras, amarillentas, grises y verdosas, pudiendo llegar a ser carbonosas, hasta verdaderos bancos de carbón. El contenido de arcillas corresponde a las argilofacies esmectita-clinoptilolita (Manassero *et al.*, 1990). En el área del yacimiento, el espesor alcanzaría entre 140 y 160 m (Malumián y Panza, 2000).

El ambiente de depositación de las sedimentitas continentales de la Formación Río Guillermo es fluvial de alta energía, desarrollado en un clima templado acorde con la flora presente.

En cuanto a las relaciones estratigráficas, el contacto basal es una superficie de discordancia erosiva bien definida, que se observa en la sierra Dorotea mediante un conglomerado basal, que la separa de la Formación Río Turbio. El contacto superior es igualmente una discordancia erosiva que la separa de la Formación La Escondida. Esta discordancia es apreciada en el cerro Mirador. La estructura es homoclinal, con rumbo norte-sur, con valores de inclinación menores a 10° al este.

La edad de la Formación Río Guillermo es eocena cuspidal sobre la base de su relación estratigráfica y por la paleoflora encontrada (Malumián y Panza, 2000).

Formación La Escondida (Danderfer, 1981)

La Formación La Escondida está constituida por dos secuencias. Una inferior que corresponde a depósitos continentales y otra superior que pertenece a depósitos de ambiente marino. En la Hoja Geológica 5172-III, Yacimiento

Río Turbio, Malumián y Panza (2000), separaron a los términos continentales y marinos en dos formaciones diferentes, denominadas Formación Río Leona y Formación Centinela, respectivamente. En el presente trabajo se ha preferido utilizar el término Formación La Escondida de acuerdo con Furque y Caballé (1983).

La unidad aflora en el sector comprendido entre la meseta Latorre y el valle del río Turbio.

En el cerro Mirador la secuencia continental constituye un afloramiento aislado, donde el contacto inferior es visible (foto G3). Posee un espesor de 68 m y comienza con bancos de conglomerados gruesos, de 20 a 60 cm de potencia, de color castaño oscuro a negro, en una matriz arenosa gruesa. Dentro de las psefitas, que forman un resalto marcado en el relieve local, se observan lentes de areniscas medianas con estratificación entrecruzada. Le siguen estratos de areniscas finas a medias, hasta conglomerádicas, castaño-amarillentas a rojizas hasta gris claro y verdosas, bien estratificadas, en bancos tabulares con entrecruzamiento. Se observan abundantes fragmentos de troncos silicificados.

Por encima de la secuencia continental se encuentra el grupo de capas de origen marino. Predominan las areniscas finas a medias, pardo amarillentas, con estratificación paralela. Asimismo, se visualizan intercalaciones de conglomerados finos con concreciones, restos de vegetales carbonizados y dos niveles de invertebrados marinos, como ostréidos y gastrópodos. El color es gris a castaño claro y amarillento.

El contacto superior se halla enmascarado por depósitos glaciares. En base a relaciones estratigráficas con las unidades infra y suprayacentes (formaciones Río Guillermo y Santa Cruz respectivamente) es posible asignar una edad comprendida entre el Oligoceno superior a Mioceno inferior (Furque y Caballé, 1993).

Formación Santa Cruz (Ameghino, 1898)

La Formación Santa Cruz aflora en el sector oriental del área de estudio, en el faldeo occidental de la meseta Latorre, ubicada cercana al extremo nordeste de la zona que abarca este trabajo. Los afloramientos se encuentran muy cubiertos por coluvio y por el bosque. La unidad es predominantemente clástica, con importante participación de sedimentos piro-

clásticos. Está constituida por areniscas, arcilitas y tobas con algunos niveles conglomerádicos de grano fino intercalado. El color dominante es blanquecino a gris amarillento y gris azulado (foto G4). Furque y Caballé (1993) estimaron un espesor de 220 metros.

La relación estratigráfica basal no se reconoce, por estar cubierta de depósitos modernos. En cercanías al área de estudio, el techo de la Formación Santa Cruz está cubierto, en relación de discordancia erosiva, por depósitos conglomerádicos de la Formación Cordillera Chica («Rodados Patagónicos»), correspondientes al primer nivel de agradación pedemontana.

El ambiente de depositación sería fluvial, con características propias de planicie aluvial distal. Los materiales piroclásticos son indicativos de vulcanismo contemporáneo en la Cordillera Patagónica, la cual al estar en proceso de levantamiento, era a su vez el área de aporte de los materiales clásticos (Malumián y Panza, 2000).

Malumián y Panza (2000) asignaron a la Formación Santa Cruz, a la transición del Mioceno inferior al medio, sobre la base de dataciones recientes que consideraron confiables de $16,34 \pm 0,35$ Ma y $16,50 \pm 0,59$ Ma.

Depósitos cuaternarios

Los Depósitos cuaternarios alcanzan gran extensión areal en la zona estudiada, cubren parcial o totalmente a los depósitos infrayacentes ya señalados. En función de los procesos que le dieron origen es posible diferenciar tres conjuntos: 1) Depósitos glaciarios, b) Depósitos glacialfluviales y 3) Depósitos fluviales.

En la zona que abarca el presente trabajo, los Depósitos glaciarios son los que alcanzan mayor representación areal. Conforman un conjunto heterogéneo de sedimentos de till de diferentes tipos, con intercalaciones que indican una mayor participación del agua, incluyendo niveles de varves. Afloran principalmente sobre ambos laterales de los valles del arroyo San José y del río Turbio y en forma discontinua en toda la zona serrana. En los sectores mejor expuestos superan los 10 m de potencia. En general son bloques y gravas inmersos en una matriz areno-gravilosa a areno-limosa, carentes de estructuras y mal seleccionados. En algunos casos se observan estructuras convolutas y *drop-stones*.

En líneas generales presentan grados variables de consolidación, en función de los diferentes tipos de till implicados (basal, de ablación, alojamiento, etc.). En algunos sectores se ven niveles mejor seleccionados y groseramente estratificados que corresponderían a depósitos subácueos en contacto con el hielo (foto G5). Los varves son depósitos glacialacustres compuestos por la alternancia de delgadas capas arenosas y limo-arcillosas, afloran al oeste del área de la usina a instalar en el faldeo ubicado inmediatamente al sur de Julia Dufour. La edad de estos sedimentos sería esencialmente pleistocena.

Los Depósitos glacialfluviales se encuentran estrechamente asociados a los anteriores. A diferencia del till tienen mucha mejor selección y forman estratos generalmente de menos de 1 m de potencia con estratificación entrecruzada. Predominan los rodados y gravas, con tamaños máximos de 20-30 cm, inmersos en una matriz gravilosa y arenosa, con bajo grado de consolidación. Los espesores observados, tanto en canteras como en cortes naturales, indican que son superiores a los 10 m (como por ejemplo en la zona sur de la localidad de 28 de Noviembre). Al igual que los sedimentos glaciarios antes descritos, la edad sería pleistocena.

Finalmente, ocupando sectores más bajos del paisaje y restringidos a las zonas alejadas a los principales cursos fluviales de la zona, se hallan los Depósitos fluviales. En la zona de trabajo se reconocen dos niveles de terrazas (que fueron separados en el mapa), labrados en sedimentos fluviales cuaternarios. Son generalmente conglomerados gruesos poco consolidados, con matriz arenosa gruesa mal seleccionada, con algunas intercalaciones más finas (arenolimosas). El conjunto presenta coloración grisácea homogénea, en parte gris pardo. Los espesores aflorantes se establecen entre 3 y 6 metros. Los materiales no están consolidados. Dada su localización espacial, estos materiales serían más jóvenes que los anteriores, pudiéndoseles asignar una edad holocena a reciente.

Depósitos antrópicos

Los depósitos antrópicos son el producto de la actividad minera desde fines de la década del '40 en la Cuenca Carbonífera de Río Turbio. Se sitúan en ambos márgenes y en la planicie aluvial del arroyo San José. Basándose en

la selección granulométrica, al proceso que lo genera y a la ubicación final se distinguen tres tipos de depósitos antrópicos: 1) Estériles, en las escombreras escalonadas, 2) «Lodo», en las piletas de la planta depuradora y 3) Cenizas de la Usina Térmica (foto G6).

Los materiales son heterogéneos desde el punto de vista de su composición y granulometría. Están formados por roca de caja (Formación Río Turbio) y por el estéril. El estéril presenta, como fracción más fina, partículas tamaño limo-arcilla, que le otorgan al depósito gran compactación. El transporte, hasta el lugar donde se disponen finalmente los residuos, es por medio de camiones para el material generado en el proceso de extracción (mayormente roca de caja) y por medio de una cinta transportadora para el material producido en el proceso de depuración del carbón. La morfología final de este depósito es escalonada o aterrazada.

El «lodo» de las piletas de lavado es de color gris y está conformado por estéril fino. Es el residuo de la planta depuradora, donde el carbón es tratado con magnetita y agua. El transporte es por tuberías y mediante topadoras. La morfología final del depósito es tabular y compacta.

Por último, las cenizas, que son el producto de la combustión del carbón en la Usina Térmica perteneciente al Yacimiento Carbonífero de Río Turbio. Muestran coloración gris blanquecina y granulometría fina. La homogeneidad y el tamaño le confieren al depósito una alta cohesión. La disposición final es la planicie aluvial del arroyo San José y el transporte es por medio de camiones.

ESTRUCTURA

Las unidades geológicas aflorantes en el área de estudio conforman una gran estructura homoclinal, con rumbo aproximado norte-sur y buzamiento regional hacia el este. Esta secuencia correspondería al borde oriental de la faja plegada y corrida de retroarco. Muestran inclinaciones decrecientes con valores de 12° a 15° para la Formación Río Turbio, 5° a 10° para las formaciones Río Guillermo y La Escondida y finalmente, para las capas continentales de la Formación Santa Cruz no superan los 5° en los faldeos occidentales de la meseta Latorre.

Esta estructura pertenecería a un gran anticlinal asimétrico, cuyo eje y ala occidental se desarrollarían en territorio chileno (Malumián y Panza, 2000). Este anticlinal es el afloramiento más externo de la faja de plegamiento andino. El ala situada en territorio argentino integra una faja de transición hacia el relieve mesetiforme extraandino oriental.

En forma aislada, el bloque homoclinal está afectado por plegamiento de orden menor, suaves flexuras y por pequeñas fallas de poco rechazo (foto G7). Las fallas alteran localmente a la secuencia sedimentaria de las formaciones Río Turbio y Río Guillermo, al norte de la ciudad de Río Turbio, donde exhibe rumbo NO-SE y labio bajo con inclinación norte (Fig_G1).

En el sector de la cuenca carbonífera hay pliegues secundarios de orden menor que, debido a la poca inclinación de sus flancos, son estructuras de difícil reconocimiento en el terreno.

Los mantos de carbón están afectados por fallas menores, resultado a fenómenos de ajuste casi siempre de tipo inverso y con rechazos que no superan los 3 a 10 m y en ocasiones menores a los 30 a 60 cm, que han sido reconocidas en las labores del yacimiento de carbón (Furque y Caballé, 1983).

CONSIDERACIONES GEOTÉCNICAS

Las sedimentitas de las formaciones Río Turbio, Río Guillermo y La Escondida poseen en líneas generales un comportamiento geotécnico semejante. Las areniscas y conglomerados no tienen un grado alto de diaclasamiento, ni de meteorización. En general muestran una tendencia a desarrollar paredes verticales relativamente estables. En las zonas de fallas, estas litologías exhiben una fracturación intensa, asociadas a diques y milonitas. La meteorización física ha sido favorecida, no sólo por las características intrínsecas de las rocas, sino también por la acción de los hielos durante largos períodos de tiempo. En las unidades más jóvenes, es posible observar en algunos casos, un grado bajo de cohesión y una mayor tendencia a la meteorización física. En función de lo dicho en forma precedente, estas litologías no presentan graves problemas de estabilidad de los cortes artificiales, así como para las fundaciones.

Es posible, en forma expeditiva, clasificar a los macizos rocosos utilizando el índi-

ce denominado RMR (*Rock Mass Rating*). Este índice se calcula a partir de la consideración de una serie de variables entre las que se encuentran la resistencia uniaxial de la matriz rocosa, el grado de fracturación, el espaciado entre discontinuidades, las características de las mismas, las condiciones hidrológicas-hidrogeológicas y la orientación de las discontinuidades respecto a los cortes artificiales (a partir de ISRM, 1981 y Bieniawski, 1979).

La resistencia uniaxial de la roca, estimada a partir de índices de campo, oscila entre las clases R3, roca moderadamente dura hasta R5, correspondiente a roca muy dura (resistencia a la compresión simple comprendida entre 25 y 250 Mpa aproximadamente). En líneas generales la valoración de las diferentes unidades oscila en valores comprendidos entre 60 y 90, por lo que pertenecería a las clases II (buena) o I (muy buena). En tal sentido, es posible asignar valores medios de cohesión (para el macizo rocoso en conjunto) del orden de los 3 Kp/cm² y ángulos de rozamiento superiores a los 40°.

Los sedimentos cuaternarios muestran amplia distribución en la zona y exhiben gran variabilidad en sus características, aún dentro de una misma unidad. Predominan los Depósitos glaciares, correspondientes a morena frontales, marginales y de fondo. Utilizando el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos son generalmente GP y GM, gravas mal seleccionadas, con mezclas de arena y casi sin finos y gravas limosas, con mezclas de gravas, arenas y limos, respectivamente. En menor medida aparecen materiales de la clase SP, que conciernen a arenas con gravas, mal seleccionados, con escasos finos. En todos los casos se trata de materiales que no tienen grandes dificultades para las fundaciones y son generalmente permeables. Estos depósitos se particularizan por tener una gran variabilidad vertical y lateral. Los cortes artificiales subverticales son poco estables.

Los Depósitos glaciares los siguen en abundancia. Poseen comparativamente menor variabilidad que los anteriores. Pertenecen a las clases GW, SP y SW, el primero correspondiente a gravas y arenas bien seleccionados, casi sin finos. Los otros dos son arenas con gravas bien y mal seleccionadas, con escasos finos. Estos materiales son muy permeables, no implican problemas de fundaciones y los cortes verticales artificiales son muy poco estables. Son materiales fácilmente erosionables.

Los Depósitos fluviales holoceno-actuales tienen una gran heterogeneidad debido a la frecuente ocurrencia de cambios de facies, los que implican variaciones tanto verticales como horizontales. De todas formas, ya en los abanicos aluviales como en las planicies aluviales predominan los materiales de las clases GP (gravas con intercalaciones de gravas y arenas mal seleccionadas y con escasos finos) y SP (arenas mal seleccionadas con gravas y casi sin finos). Estos sedimentos son generalmente moderadamente a bien permeables, y no tienen limitaciones para las fundaciones. Son poco estables en cortes artificiales. En algunos sectores, especialmente en las planicies aluviales, aparecen materiales más finos y en algunos casos más plásticos (SM y SC, respectivamente). Finalmente en los mallines, los materiales suelen ser Pt (suelos altamente orgánicos) y OL, limos orgánicos con arcillas limosas orgánicas.

En líneas generales, todos los sedimentos cuaternarios son relativamente inestables si se encuentran en zonas de pendientes sobre roca relativamente fresca, tal como ocurre en la mayor parte de los valles glaciares de la región. Las capacidades portantes de los sedimentos inconsolidados en la mayor parte de la región no son buenas en los primeros 20-30 cm debido a que los sedimentos están edafizados con una elevada cantidad de materia orgánica. En los sedimentos Pt y OL, las capacidades portantes son muy bajas, a causa de que son muy plásticos y tienen asentamientos diferenciales ante esfuerzos y la deshidratación.

Los elementos que condicionan la estabilidad de los taludes rocosos de la zona tienen gran variabilidad debido a que afloran varios tipos litológicos con diferentes características geomecánicas. Las rocas sedimentarias paleógenas tienen líneas de debilidad representadas por diaclasas, estratificación y fracturas. Las combinaciones existentes entre orientación e inclinación de las líneas de debilidad y la forma y dirección respecto a las estructuras de las pendientes determinan que las condiciones de estabilidad sean muy variables de un sitio a otro del paisaje. Así, cuando coincide la dirección de los planos de debilidad con las pendientes, la posibilidad de movimientos se incrementa notoriamente.

Los elementos que condicionan la estabilidad de los taludes en sedimentos cuaternarios dependen de varios factores, entre otros: a) Espesor, b) Contenido de hume-

dad, c) Forma de la ladera, d) Tipo de sedimento, e) Características de los planos de debilidad y f) Características del sustrato rocoso. Los sedimentos de las laderas son generalmente gruesos (glaciales o coluviales) mezclados en proporciones variables con materiales piroclásticos (SW o SC-ML). Las tefras, en los sectores en que aparecen, forman agregados que bajo la acción de la edafización y la humedad, se desagregan confiriendo mayor plasticidad (clases MH-ML). El contenido de humedad también es muy variable en la zona de estudio, tal como ya se dijera, debido a dos causas, cambio del régimen pluviométrico por el efecto orográfico y por la orientación de las laderas. De esta forma, al oeste, el contenido de humedad en los sedimentos es mucho mayor y por ende son más inestables. Asimismo, las laderas que miran al sur son potencialmente más inestables debido a que son más húmedas y en consecuencia los contenidos de humedad muchas veces pueden ser superiores a los límites Atterberg.

Las superficies donde se asientan los sedimentos cuaternarios en las laderas generalmente son rocosas, abruptas e inclinadas. Entre el sustrato y los depósitos tiende a circular el agua la que reduce el esfuerzo de corte. Todas estas características determinan que las laderas sean potencialmente inestables. Los ángulos de reposo de los materiales inconsolidados varían en función de numerosos factores, entre los que destacan la presencia de materiales finos que brindan cohesión a los más gruesos y la cobertura vegetal. En general, los depósitos cuaternarios gruesos, como los que se hallan en la mayor parte de la región, suelen tener ángulos de reposo que varían entre 35° y 30° aproximadamente. En consecuencia, cualquier pendiente labrada en sedimentos de este tipo de mayor inclinación debe ser considerada como potencialmente inestable. La existencia de un sustrato rocoso, por debajo de los depósitos a poca profundidad reduce considerablemente el ángulo de reposo.

BIBLIOGRAFÍA

- Ameghino, F., 1898. Sinopsis geológico-paleontológica. Segundo Censo de la República Argentina, 1: 111-225.
- Beniawski, Z., 1979. The geomechanics classification in rock engineering applications. 4th. Intern. Conf. Rock Mech., Proceedings: 41-48. Montreaux.
- Danderfer, J.C., 1981. Perfil estratigráfico Arroyo Oro (Primavera). Yacimientos Carboníferos Fiscales. Informe 1158, inédito, 21pp.
- Feruglio, E., 1938. El Cretácico superior del Lago San Martín (Patagonia) y las regiones adyacentes. *Physis*, 12: 293 - 342.
- Furque, G. y M. Caballé, 1993. Geología de la Cuenca Superior de Río Turbio, Provincia de Santa Cruz. Consejo Federal de Inversiones. Serie de investigaciones Aplicadas. Colección Hidrología Subterránea, 6: 9-39.
- Hünicken, M., 1955. Depósitos neocretácicos y terciarios del extremo SSW de Santa Cruz. Cuenca Carbonífera de Río Turbio. *Revista del Museo Argentino de Ciencias Naturales Bernardino Rivadavia e Instituto Nacional de Investigaciones Ciencias Naturales, Ciencias Geológicas*, 4 (1): 1-164.
- ISRM, 1981. Suggested methods for rock characterization, testing and monitoring. E.T. Brown (Ed.), Pergamon press, 211 pp.
- Leanza, A.F., 1972. Andes Patagónicos Australes. En: *Geología Regional Argentina*, Academia Nacional de las Ciencias: 689-706.
- Malumián, N. y J.L. Panza, 2000. Yacimiento Río Turbio. *Hoja Geológica 5172- III. Programa Nacional de Cartas Geológicas de la República Argentina* 1: 250.000. SEGEMAR. Boletín N° 247.
- Manassero, M.J., Iñiguez Rodríguez, M. y O.O. Decastelli, 1990. Estratigrafía y argilofacies del Cretácico superior y Terciario inferior en la Cuenca Austral Argentina. *Revista de la Asociación Geológica*, 45 (1-2): 37-46.
- Ramos, V.A., 1989. Foothills structure in Northern Magallanes Basin, Argentina, *América Association Petroleum Geologists, Bulletin* 73 (7): 887-903.

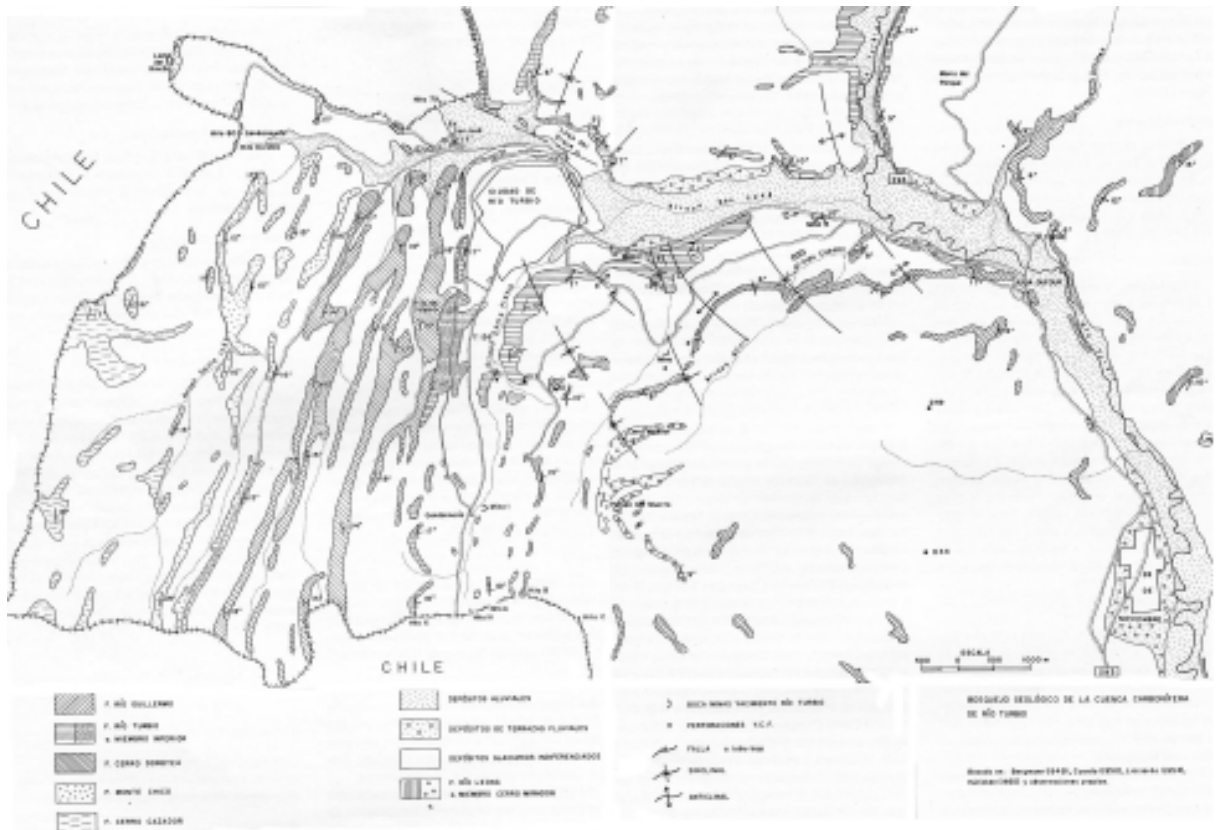


Figura 1. Bosquejo geológico de la Cuenca Carbonífera de Río Turbio. Tomado de Malumíán y Panza (2000).



Foto 1. Mantos de carbón



Foto 2. Vista de la ciudad de Río Turbio con el afloramiento de la Formación Río Turbio por detrás.



Foto 3. Cerro Mirador



Foto 4. Depósitos de la Formación Santa Cruz que afloran en Meseta Latorre



Foto 5. Depósito de varves



Foto 6. Panorámica de ubicación de los depósitos antrópicos correspondientes a la mina YRT



Foto 7. Estructura en la Formación Río Turbio



Geomorfología



INTRODUCCIÓN

El relieve de la zona se debe esencialmente al modelado glaciar que alteró de manera sustancial el paisaje estructural preexistente. Con posterioridad al retiro de los hielos, las geofformas presentes fueron modificadas parcialmente por el accionar del proceso fluvial, mientras que la remoción en masa imprimió sus particulares rasgos a las pendientes.

Las características geomorfológicas fueron reconocidas a partir de la fotointerpretación de fotos de distintos años y escalas, así como por las imágenes satelitarias ASTER y Landsat en diferentes combinaciones de bandas. En consecuencia, se elaboró un mapa previo el cual fue luego controlado en el campo. Se observaron, además, los rasgos morfológicos y las características de las acumulaciones cuaternarias, los que fueron documentaron gráficamente en forma adecuada. Finalmente, se confeccionó el Mapa Geomorfológico definitivo a escala 1:20.000.

En el mapa se diferenciaron diversas unidades geomorfológicas, las que se agruparon según el proceso dominante:

a) Geofformas glaciarias

- Morenas
- Paisaje erosivo-depositacional glaciar
- Laterales de valles glaciarios
- Terrazas y planicies glaci-fluviales

b) Geofformas fluviales

- Planicies aluviales
- Terrazas fluviales
- Cañadones y abanicos aluviales

c) Otras geofformas

- Relieve poligenético en sedimentitas terciarias
- Bajos y mallines
- Pendientes aluvio-coluviales
- Relieve denudativo en sedimentos "santacrucenses"

GEOFORMAS GLACIARIAS

La región cordillerana patagónica y en especial la zona austral de Santa Cruz donde está inserta la zona extraandina (que es la que se describe) fue cubierta por los hielos durante las glaciaciones plio-cuaternarias.

Las Morenas ocupan importantes áreas de la parte occidental y sur de la provincia y constituyen el sector del país con mayor exten-

sión de geofformas de origen glaciario. Grandes lenguas glaciarias avanzaron en distintos momentos del Neógeno, en otros sectores de la provincia, conformando áreas diferenciadas separadas por afloramientos rocosos y lávicos que han delimitado cuencas, actualmente ocupadas por grandes lagos, tales como San Martín, Viedma, Argentino y el actual Estrecho de Magallanes.

Dentro de la zona estudiada predominan las morenas marginales y frontales que componen un relieve ondulado con cordones alineados subparalelos, los que indican diferentes posiciones de estabilización de los hielos. Han sido identificadas morenas correspondientes a numerosas glaciaciones desde el Plioceno inferior e incluso Mioceno (Mercer, 1976; Rabassa y Clapperton, 1990). Estas primeras glaciaciones habrían sido de tipo de piedemonte (Wenzens, 1998) y se localizarían a cotas altas cerca del ambiente cordillerano (entre los lagos San Martín, Viedma y Argentino).

Numerosos autores investigaron los avances de los hielos en el sur de Sudamérica luego del Último Máximo Glacial, finalizado antes de 14 Ka (Mercer, 1976; Rabassa y Clapperton, 1990). Las secuencias del Tardiglacial y del Holoceno fueron estudiadas en la zona del Glaciar Upsala (Mercer, 1976; Aniya, 1995), en el Glaciar Viedma (Wenzens, 1999), en Tierra del Fuego (Coronato y otros 1999) y en el Glaciar O'Higgins, en Chile. Si bien existen ciertas divergencias cronológicas entre los distintos sitios, hay coincidencia en la existencia de tres avances durante el período Tardiglacial (antes de los 13 Ka, 11 Ka y 9,7-9,3 Ka).

Para el Holoceno y antes del Neoglacial, Wenzens (1999) señaló una serie de avances en los hielos en la región de los lagos Argentino y Viedma (8,5 Ka, 8-7,5 Ka y 5,8-5,5 Ka). Luego, habrían tenido lugar los diferentes avances del período Neoglacial, originariamente propuestos por Mercer (1976), entre 4,5-4,2 Ka AP (Neoglacial I), 2,7-2,2 Ka AP (Neoglacial II) y el Neoglacial III, que corresponde a la denominada Pequeña Edad de Hielo, a partir del año 1000 de nuestra era. La importancia relativa de cada uno de estos avances varía de un sector a otro, así en el valle del río de la Vueltas-Laguna del Desierto se observaron numerosos sistemas de morenas en los valles tributarios (Fitz Roy, Eléctrico, Huemul, etc.), los cuales por su localización y grado de preservación pertenecerían a los últimos avances señalados.

Es muy probable que durante el Último Máximo Glaciar, toda el área que abarca el presente estudio estaba cubierta totalmente por los hielos. Una gran masa de hielo invadía el seno de Última Esperanza, golfo Alte. Montt y senos Skyring y Otway, todos situados en Chile. Por el oeste, esta masa de hielo tenía una divisoria en la Cordillera de los Andes, como por ejemplo el Cordón Sarmiento. Esta divisoria, respecto del mar abierto, alcanza alturas máximas cercanas a los 2000 metros. La gran masa de hielo tenía algunas salidas laterales hacia el este, ubicadas en la zona fronteriza, en la cual la Precordillera (que constituye el límite internacional a estas latitudes) presentaba alturas menores. Una gran lengua glaciar fluía por el norte de Río Turbio ocupando sus términos orientales la zona de Cancha Carrera y Nacientes del Coyle, incluyendo los lagos Sarmiento y Porteño en Chile.

Hacia el sur, otra lengua de grandes dimensiones se situó en la zona de los senos Skyring y Otway y del golfo Alte. Montt, ingresando al actual territorio argentino en la zona comprendida entre Rospentek y Puente Blanco, con sus morenas marginales dispuestas contra el pie de la meseta Latorre. Esta última, ubicada por encima de los 1000 metros, no fue alcanzada por los hielos y conformaba la divisoria entre las masas de hielo.

En la zona central, entre los sectores antes descriptos un glaciar de menores dimensiones fluyó por el portezuelo donde están las aduanas, en el área de Dorotea (Chile) y Mina 1 (en Argentina), incluyendo la zona ocupada por la población de Río Turbio. Aquí, las elevaciones del portezuelo son generalmente inferiores a los 600 metros. El glaciar fluyó por el valle del arroyo San José y luego por el del río Turbio. Las morenas laterales se identifican sobre ambos faldeos del valle en cotas generalmente inferiores a los 400 metros. Es posible observar al menos dos cierres glaciarios de este pequeño glaciar. Uno, más antiguo, localizado al sur del área comprendida en el presente estudio, ubicado entre 28 de Noviembre y Rospentek y el otro, más joven, que se sitúa en la zona de 28 de Noviembre. No es factible atribuir una edad segura a estos cierres, pero por su localización, altitud y grado de preservación, es posible plantear una edad más joven que el Último Máximo Glaciar (quizás Tardiglaciales).

Las morenas forman lomadas elongadas en el sentido del flujo de los hielos y

los materiales que las conforman se denominan till. Este till se caracteriza por mostrar mala selección, con grandes bloques facetados de grandes dimensiones (mayores a 1 m) inmersos en una matriz areno-gravilosa, generalmente carente de estructuras sedimentarias. En algunos sectores (como inmediatamente al sur de Julia Dufour) se han observado, ligados al till, varves y sedimentos mejor seleccionados y estratificados correspondientes a ambientes ácueos asociados a la masa de hielo (en contacto con el hielo). Este segundo cierre se halla por debajo de la cota de 350 metros. Las morenas más antiguas están mejor representadas en la zona oriental, al pie de la meseta Latorre y llegan a alturas cercanas a los 600 metros.

Estrechamente vinculadas a la anterior geoforma se encuentran las Terrazas glacifluviales. Las mismas están formadas por la acumulación y posterior erosión de las aguas provenientes de la ablación de los hielos durante los períodos glaciarios. Los diferentes niveles observados en la región serían los más modernos, vinculados a la Última Glaciación. Caracterizan a esta unidad, el relieve horizontal y los materiales gruesos generalmente poco cementados por carbonatos. Presentan rodados en general menores a los 20 cm, inmersos en una matriz areno-gravilosa; en comparación con el till, están mucho mejor seleccionados y es posible advertir estratificación entrecruzada y en artesa.

Las planicies glacifluviales están definidas por la existencia de numerosos cauces entrelazados que ocupan todo el sector ubicado al frente de las lenguas glaciares. Se visualizan dos niveles relativamente bien preservados. El nivel superior y, por lo tanto más antiguo, se dispone esencialmente al este de la zona estudiada, al pie de la meseta Latorre; comprende cotas entre 350 y 375 m aproximadamente; se encuentra disectado por numerosos cañadones que nacen al pie de esa meseta, como los de Dorotea y el de los Loros, entre otros. Hacia el sur del área de trabajo, este nivel está mejor preservado, especialmente al este de Rospentek y Turbio Viejo. El nivel inferior se halla inmediatamente al sur de 28 de Noviembre, por debajo de la cota de 300 metros.

En la zona occidental y en el sector norte, también asociados al accionar de los hielos, se encuentran otras dos unidades geomorfológicas: el Paisaje erosivo-depositacional glaciario y los Laterales de valles glaciarios. En

ellas, al contrario de las anteriores, ha dominado la acción erosiva de los hielos. Consecuentemente, predominan las geoformas erosivas labradas en las diferentes litologías aflorantes en las áreas más elevadas. De todas maneras, es posible observar, en distintos sectores, depósitos de till de escaso espesor, que pertenecen principalmente a morenas de fondo para la primera de las unidades.

El Paisaje erosivo-depositacional glaciar está mejor representado al norte del valle del arroyo San José, entre los arroyos Primavera y Siete Cascadas. Esta zona se caracteriza por tener un bajo relieve relativo, con bajas lomas y depresiones ocupadas por pequeñas lagunas y mallines. Asimismo, la localidad de Río Turbio está ubicada esencialmente en esta unidad. Los afloramientos rocosos son frecuentes y la abrasión glaciar y el *plucking* han labrado algunas formas particulares como lomos de ballena y rocas cantereadas.

Los Laterales de valles glaciares ocupan una menor extensión areal y están principalmente en la zona sur del valle del arroyo San José y en el arroyo Santa Flavia. Se caracterizan por presentar fuertes pendientes y un nivel superior subhorizontal denominado generalmente "hombreira" en el cual se encuentran depósitos de till. Es una zona de una activa morfodinámica, materializada como procesos de remoción en masa y erosión hídrica en cárcavas. La zona de la mina y sus instalaciones se localizan principalmente en esta unidad. En las fotos GM 1 y GM 2 se observan algunas características de las morenas y otras geoformas glaciares de la zona de estudio.

GEOFORMAS FLUVIALES

Dentro de este conjunto se pueden diferenciar las Planicies aluviales, las Terrazas fluviales y los Cañadones.

Encajados en el relieve preexistente y vinculados a los actuales cursos fluviales se han formado, desde el Pleistoceno Superior, varios niveles de terrazas fluviales. Su génesis se vincula a cambios del nivel de base (cambios del nivel del mar) y climáticos que resultaron en variaciones de caudal. Estas unidades tienen una extensión menor que las terrazas glaciares y su número difiere entre los valles, reconociéndose dos niveles principales en la cuenca de Turbio-Primavera-San José.

Las Terrazas fluviales han excavado los sedimentos de planicies aluviales previas. Los depósitos son de bloques, gravas y arenas, moderadamente seleccionados, no cementados por carbonato de calcio y con estratificación entrecruzada. En la zona del proyecto Termo-eléctrico es posible diferenciar dos niveles de terrazas, sobre los cuales se asentaría la instalación. El nivel 1, más antiguo y por lo tanto más elevado, ocupa una extensión algo mayor que el nivel 2 y el material que lo compone es más grueso que el del otro nivel. El nivel 2, está separado del anterior por una pequeña escarpa de erosión algo desdibujada por la acción antrópica, de menos de 2 m de desnivel. Se encuentra más próxima al río y es posible observar una mayor participación de sedimentos más finos (limosos) respecto al nivel 1. En las fotos GM3, GM4, GM5 y GM6 se observan los principales rasgos geomorfológicos del área del futuro emprendimiento, pudiéndose observar en las mismas la disposición de las terrazas fluviales.

En las cercanías del área afectada al proyecto (inmediatamente al oeste) se ubica una forma mixta glaciar, probablemente correspondiente a un *drumlins* (de tipo *crag and tail*). Ésta es una loma alargada, con un núcleo rocoso erosionado por el hielo parcialmente cubierto por till, especialmente potente en la zona distal, acumulado a la sombra del afloramiento rocoso.

Las Planicies aluviales presentan una amplitud variable. Se destaca la del río Turbio con un ancho variable que se incrementa hacia el sur. Este curso tiene un hábito sinuoso y hacia el sur aumenta su sinuosidad, posiblemente debido a una disminución de la pendiente longitudinal del mismo. Los materiales que actualmente acarrea no son demasiado gruesos (areno-gravillosos). En la zona del emprendimiento, es notoria la participación de materiales carbonosos de diferentes tamaños, provenientes de las actividades mineras localizadas aguas arriba.

La localidad de 28 Noviembre se ubica principalmente en el nivel de terraza 1 (labrado aquí parcialmente también en sedimentos morénicos) y un pequeño nivel más alto denominado 0. En otros sectores han sido diferenciados otros niveles de terrazas fluviales, si bien los mismos no han sido identificados en el mapa.

Se han identificado numerosos Cañadones producidos por la acción erosiva de cursos fluviales generalmente temporarios. De-

bido al mayor relieve relativo, la máxima concentración de cañadones se encuentra en la zona oriental del área estudiada. Numerosos cursos provenientes de la meseta Latorre discurren con alta sinuosidad hasta desembocar en el río Turbio y en el arroyo Primavera. Si bien las pendientes son altas, los cursos exhiben mayor sinuosidad, situación que puede deberse a la heterogeneidad litológica y geomorfológica que caracteriza al faldeo occidental de la meseta. Estos cursos son activos principalmente en la época del deshielo y tras precipitaciones importantes. La erosión vertical es considerable. Sólo los mayores muestran formas de acumulación, como por ejemplo los pequeños abanicos aluviales sobre la margen izquierda del río Turbio en la zona del arroyo de los Loros y en el cañadón ubicado próximo a 28 de Noviembre. A su vez, estos abanicos se encuentran disectados (incidados verticalmente) por los cursos actuales. El piso de algunos de los cañadones de mayores dimensiones está ocupado por mallines y lagunas.

Pequeños cursos también han labrado algunos cañadones en la zona serrana en la cual se localiza la mina (Sierra Dorotea). Estos cursos poseen, a diferencia de los anteriores, mayores pendientes y fuerte control estructural por lo que son mucho más rectilíneos. Uno de los principales se sitúa en la zona de los Talleres y otro en las cercanías de Mina 5. En la zona de Julia Dufour coalescen dos pequeños arroyos formándose un mallín sobre el cual se asienta parte del loteo de la población. Luego, este curso desembocaba en las cercanías del puente que cruza el río Turbio procedente de Cancha Carrera. Finalmente, cerca de 28 de Noviembre (escasos cientos de metros aguas arriba) se observa otro cañadón importante que desagua buena parte del drenaje superficial del flanco oriental de la sierra Dorotea.

OTRAS GEOFORMAS

El Relieve poligenético serrano se desarrolla sobre las rocas continentales y marinas de las formaciones Cerro Cazador, Cerro Dorotea, Río Turbio, Río Guillermo y La Escondida de edades cretácicas y paleógenas. Esta geoforma es resultado del accionar de los procesos glaciares y fluvial y de la remoción en masa. Asimismo, evidencia un fuerte control estructural de sus rasgos morfológicos debido a

la estructuración de las rocas. En líneas generales (ver apartado Geología), la actitud de los bancos es aproximadamente norte-sur con inclinación hacia el este. Si bien presenta las características propias de un paisaje alpino con divisorias agudas, el relieve relativo no es tan marcado como en otros parajes. Esta situación podría deberse a que durante los períodos glaciares probablemente se acumuló un pequeño casquete de hielo en la sierra Dorotea, como resultado del cual se suavizó el relieve estructural preexistente. Se localiza entre cotas de 450 y 750 m aproximadamente. Es posible observar en la mayor parte de la unidad una cobertura de till de espesores variables, así como rasgos evidentes de meteorización física (crioclastismo) y del accionar de procesos criogénicos.

Las formas constructivas glaciares están representadas por morenas en los laterales de los valles más evidentes. El paisaje glaciario fue modificado principalmente por la acción del proceso fluvial y la remoción en masa. Las pendientes elevadas de los valles están afectadas por caída de rocas (en aquellos sectores donde las paredes son empinadas y carecen de vegetación), también por reptaje (que puede formar conos de deyección), y por deslizamientos y flujos del tipo *debris flow*. En la zona ubicada por encima de la actual Usina, de la planta de procesamiento y de Mina 5, al pie de los afloramientos rocosos de areniscas masivas y conglomerados que constituyen paredones verticales, se encuentran numerosos bloques caídos, los que en algunos casos conforman pequeños conos de caída de roca. Los bloques alcanzan grandes dimensiones (a veces varios metros) y en general son angulosos y aproximadamente equidimensionales, situación favorecida por el escaso recorrido y el diaclasamiento y estratificación de las rocas aflorantes. El crioclastismo también es importante, compone una carpeta detrítica en los sectores topográficamente más altos.

A la escala de trabajo, se han diferenciado numerosas depresiones anegables temporariamente. Los Bajos se asocian a las unidades geomórficas antes descritas y constituyen, cuando las depresiones son mayores, cuencas endorreicas con diseño de avenamiento centrípeto y cursos efímeros; mientras que en el caso de los bajos menores, éstos suelen alinearse sugiriendo vías de drenaje difuso. Tienen diversos orígenes, algunos, los de mayores dimensiones, son depresiones tectónicas; mien-

tras que en otros casos, se relacionan con las características litológicas-estructurales de las rocas aflorantes y se producen por erosión diferencial de litologías más friables o de zonas de fallas. En las terrazas glacifluviales y planicies estructurales, se forman por sublavado (*piping*) o por deflación. Los mecanismos de ampliación y profundización de los bajos pueden ser fenómenos de remoción en masa, acción fluvial (abanicos aluviales y pedimentos) y deflación eólica. En el interior de estas cuencas pueden desarrollarse lagunas temporarias, depósitos evaporíticos y médanos. Asimismo se encuentran suelos hidromórficos y orgánicos (turberas). La mayor concentración de bajos y mallines está en el Relieve erosivo-depositacional glaciario y en las Terrazas glacifluviales, así como alineadas en los Cañadones.

Marginando los valles principales se han diferenciado las Pendientes aluvio-columbales. Las mismas son resultado de la combinación del escurrimiento superficial (erosión hídrica) y la remoción en masa (reptaje y deslizamientos). Los materiales gruesos que tapizan las pendientes se movilizan por acción de la gravedad y por el accionar del agua acumulándose pendiente abajo. Las inclinaciones de las pendientes son variables, pero en todos los casos, son elevadas (mayores a 30°) si se las compara con el resto de las unidades geomórficas. Constituyen las formas más inestables de la zona estudiada. Por ejemplo, sobre la margen izquierda del río Turbio, frente al predio involucrado en el proyecto, se observan evidencias de numerosos deslizamientos de pequeñas dimensiones, generalmente generados por la acción de socavamiento producido por la erosión lateral del río. En algunos sectores se originan conos de deyección los que, al coalescer lateralmente, conforman taludes. En otros casos ocasionan conos de caída de rocas y taludes de caída de rocas (*rock fall talus*).

Finalmente, ocupando un pequeño sector, se encuentra el Relieve denudativo en sedimentos "santacrucenses". Este sector se localiza en la zona oriental de la zona estudiada, al pie de la meseta Latorre (foto GM 7). Está junto a la adyacente Sierra Chica, ubicada al norte, y constituye las zonas más elevadas de la región, superando los 1000 metros. Estas planicies son remanentes de antiguos pedimentos labrados en rocas neógenas con anterioridad a las glaciaciones. Luego, con el avance de los hielos, estas geoformas actuaron como divisorias de hielos y agua y fueron erosionadas parcialmente. Al pie de las mismas se formaron extensas pendientes en las que se combinan diferentes rasgos geomorfológicos. En este caso se distinguen numerosos cañadones que exponen afloramientos de la Formación Santa Cruz, deslizamientos rotacionales, conos de deyección y carpetas detríticas. Hacia la zona de menor altitud se interdigita con las morenas marginales más antiguas y con pequeños afloramientos de las formaciones más antiguas. Estas pendientes establecen zonas de activa morfogénesis.

BIBLIOGRAFÍA

- Aniya, M., 1995. Holocene glacial crhonomy in Patagonia; Tyndall and Upsala glaciers. *Artic and Alpine Research*, 27: 311-322.
- Coronato, A., Saleme M. y J. Rabassa, 1999. Palaeoenvironmental conditions during the early peopling Southernmost south America. *Quaternary International*, 53/54: 77-92.
- Mercer, J., 1976. Glacial history of southernmost South America. *Quaternary Research* 6:125-166.
- Rabassa, J. y G. Clapperton, 1990. Quaternary glaciations of the Southern Andes. *Quaternary Science Review*, 9:153-174.
- Wenzens, G., 1999. Fluctuations of outlet and Valley Glaciers in the Southern Andes (Argentina) during the past 13.000 yr. *Quaternary Research*, 51: 238-247.



Foto 1: vista del lateral de valle glaciario, en la zona del Ao. Santa Flavia, en la cual se observa las características de las morenas.



Foto 2: morfología glaciaria en la zona del futuro emprendimiento.



Foto 3: vista de la zona de emplazamiento de la futura central termoeléctrica. Se observan las terrazas fluviales y la planicie aluvial



Foto 4: otra vista de la zona de emplazamiento de la futura central termoeléctrica. Se observan las terrazas fluviales y la planicie aluvial y en segundo plano la morfología glaciaria.



Foto 5: vista aguas abajo de la zona de emplazamiento de la futura central termoeléctrica. Se observan las terrazas fluviales y la planicie aluvial.



Foto 6: vista de la zona de emplazamiento de la futura central termoeléctrica en la que se observa la localización de Julia Dufaur, cañadones y las terrazas fluviales.



Foto 7: Meseta de Latorre. Planicie estructural labrada en sedimentos terciarios, ubicada al este de la zona de estudio.

Suelos



SUELOS

La región sur de la provincia de Santa Cruz muestra características eco-ambientales específicas que la diferencian del resto de la Patagonia. En la misma, las condiciones climáticas y fisiográficas han determinado la existencia de un menor déficit hídrico estacional o incluso la ausencia del mismo. Consecuentemente, la disponibilidad de agua en el perfil del suelo es mayor que en otros sectores extraandinos y precordilleranos.

El INTA (1990) diferenció, en función de las particularidades climáticas, geomorfológicas, bióticas y edáficas, un sector que denominó Patagonia Extra Andina Austral, dentro de la cual se ubicaría la zona abarcada en este estudio.

Esta región comparte algunas de las propiedades de la Región Andina Patagónica, las cuales se manifiestan, en algunas propiedades, semejantes a los suelos presentes. En primer lugar se destacan, al igual que en la zona andina, los contenidos mayores de materia orgánica, especialmente en los horizontes superficiales, si se comparan los suelos con los ubicados en la zona extraandina. Por el contrario, si se compara con la zona andina, el menor volumen de precipitaciones y de excedente hídrico, así como una menor cobertura vegetal y desarrollo del bosque, se plasma en un menor grado de lavado y lixiviación de los suelos. Asimismo, la menor participación de tefras como material originario, y las apuntadas diferencias bioclimáticas, resultan en la menor aparición de propiedades ándicas y por lo tanto en la ausencia de Andosoles.

La gran variabilidad geomorfológica y bioclimática, ya señalada, resulta en un complejo mosaico edáfico, encontrándose representados suelos pertenecientes a 5 Ordenes. Ésta es la categoría taxonómica mayor de la Soil Taxonomy, clasificación de suelos utilizada en nuestro país, en su última versión (SSCS, 1999). Los suelos examinados pertenecen a los Ordenes: Molisoles, Entisoles, Inceptisoles, Alfisoles e Histosoles. En función de las condiciones climáticas imperantes en la zona y los parámetros establecidos por la Taxonomía de Suelos, el régimen de humedad de los suelos dominante es el Xérico, observándose hacia el O cierta transición al régimen Údico. El régimen Xérico presenta inviernos húmedos y fríos, con veranos comparativamente secos y cálidos, por lo que el déficit hídrico se verifica en los

meses de verano. El régimen Údico no muestra estación seca marcada y el déficit hídrico tiene menor duración o directamente no se produce. El régimen de temperatura de los suelos es Crídico a Mésico, por lo cual la temperatura media anual de los suelos es por debajo de 8°C o entre 8° y 15°C respectivamente y no hay permafrost en los suelos, si bien ocasionalmente puede congelarse.

Los principales suelos que se hallan a nivel subgrupo, así como su distribución en las diferentes unidades de paisaje y de vegetación pueden observarse en las tablas anexas.

Predominan los Molisoles. Éstos son suelos que se caracterizan por tener un horizonte superficial rico en materia orgánica. Los requerimientos para considerar a un horizonte como Mólico es poseer más del 1% de materia orgánica, tener un porcentaje de saturación con bases superior al 50% y un espesor de más de 25 centímetros. Estos horizontes se forman usualmente bajo vegetación de estepa herbácea, si bien también pueden formarse en zonas de ecotono con el bosque. Los materiales originarios son variados, si bien en general las texturas son francas y franco-arenosas, aunque exhiban pedregosidad, favorecen su formación. En general tienen moderado a bajo grado de desarrollo pedogenético.

Dentro de este Orden, los suelos dominantes en el área estudiada son los Crioles, particularmente los Haplocrioles (foto S1). Éstos en general poseen perfiles simples, A-AC-C o, en menor medida existe cierto enriquecimiento en materiales más finos en el horizonte subsuperficial, teniéndose así perfiles de tipo A-Bw-C. En el primero de los casos, se trata de Haplocrioles énticos o líticos (si la roca se encuentra somera, usualmente a menos de 50 cm), mientras que en el segundo se trata de Haplocrioles típicos. Los Haplocrioles en general presentan un horizonte superficial potente (A), bien provisto de materia orgánica. Son oscuros (10YR3/3), con textura arenosa y estructura migajosa, media, moderada. Usualmente son pedregosos desde la superficie, aunque la misma aumenta en profundidad.

Por debajo del horizonte A, en las terrazas glacifluviales, fluviales y en las morenas, se suelen encontrar horizontes AC de transición también arenosos, si bien la pedregosidad puede superar el 30 %. En general son masivos o tienen estructura en bloques angulares débiles y son más claros (10YR5/3 en seco). En las te-

rrazas fluviales, los moteados son frecuentes desde la superficie y se incrementan en profundidad, hallándose a veces el nivel freático a menos de 1 m, por lo que en muchos casos se trata de suelos transicionales a Endoacuoles. En las geoformas más antiguas (morenas y terrazas glacifluviales) se encuentran horizontes Bw (en vez AC), de coloraciones más rojizas y texturas francas lo que evidencia incipiente argiluvación. Finalmente, en algunos sectores se encuentran horizonte Bt (argílicos) y abundantes rasgos hidromórficos, dando lugar a la presencia de Argiacuoles. (foto S2)

En las zonas de mayor pendiente y en la boscosa y de ecotono, en general, los Molisoles son menos potentes si bien los contenidos de materia orgánica pueden ser incluso mayores. Los subgrupos líticos (con afloramientos rocosos a menos de 50 cm) son frecuentes. En líneas generales las cementaciones de carbonato de calcio son poco comunes en la zona abarcada en el presente estudio, volviéndose más comunes hacia el SE de la misma, en ambientes de terrazas glacifluviales y antiguas planicies estructurales.

Los Haploxeroles son suelos semejantes a los Haplocrioles, aunque por el mayor déficit hídrico bajo el cual se forman, resultan en un menor desarrollo edáfico, menores contenidos de materia orgánica y mayor frecuencia en la aparición de horizontes cálcicos y petrocálcicos (Ckm y K). Se ubican hacia el E y el S de la zona estudiada y se encuentran bajo vegetación de estepa herbácea y estepa mixta, principalmente en las terrazas glacifluviales. Predominan los subgrupos énticos, lo que denota su bajo grado de desarrollo edáfico (foto S3).

En los sectores boscosos (incluyendo grandes extensiones actualmente deforestadas) y de ecotono, generalmente a cotas más elevadas que en los Molisoles y con pendientes mayores, los suelos dominantes pertenecen al Orden Inceptisoles. Son principalmente Crieptes, o sea Inceptisoles fríos con perfiles simples (A-AC-C). En general están bien provistos de materia orgánica en su horizonte superior. Los horizontes A son oscuros, usualmente arenosos y franco arenosos, ligeramente pedregosos y con estructura en bloques subangulares débiles o migajosa. El espesor es muy variable, dependiendo de la morfodinámica del sector considerado, si bien en todos los casos los suelos muestran discontinuidades litológicas, evidencias de erosión-depositación o variaciones irregulares en el contenido de materia orgánica, aspectos que

revelan la inestabilidad del paisaje. Asimismo, carecen de horizontes de iluviación, salvo en los casos de incipiente formación de horizontes Bw y pequeñas evidencias de podzolización. Pueden ser clasificados como Eutrocrieptes húmicos, si el contenido de materia orgánica es muy alto en el horizonte A o líticos, si la roca se encuentra somera (fotos S4 y S5) .

En los sectores del paisaje con más activa morfodinámica, con materiales originarios más gruesos, en geoformas más jóvenes o más elevadas (donde no hay bosque), predominan los Entisoles. Estos suelos muestran muy bajo grado de desarrollo pedogenético, lo que se materializa en los perfiles poco potentes y diferenciados y en la ausencia de horizontes diagnósticos. En general se trata de Ortentes, esencialmente Criortentes. Presentan perfiles simples A-C o A-1-2-3, etc., con horizontes superficiales apenas insinuados por color y estructura débil. En algunos casos es posible observar integrados a Molisoles, en estos casos los contenidos de materia orgánica son mayores y la existencia de los Entisoles se debería solamente al factor tiempo. Texturalmente son gruesos, predominantemente areno-gravillosos y la pedregosidad suele ser alta en todos los horizontes.

Dadas las características geomorfológicas y climáticas de la región, la existencia de sectores deprimidos y anegables es un rasgo frecuente. En algunos casos forman mallines y pequeñas lagunas temporarias o semi-permanentes. En estos sectores se hallan suelos hidromórficos, los que según el aumento del grado de desarrollo pedogenético, pertenecen a los Ordenes Entisoles, Inceptisoles y Molisoles. Se trata de Acuentes, Acueptes y Acuoles respectivamente. En todos los casos se trata de suelos profundos, con problemas de drenaje desde la superficie (evidenciados por moteados y coloraciones particulares). Predominan las texturas arenosas, son frecuentes las discontinuidades litológicas y las presencia de capas gruesas y finas alternantes. Los horizontes orgánicos, o sea con más del 20 % de materia orgánica, son un aspecto común en la zona de mallines, dando lugar a subgrupos hísticos o a la existencia de Humacueptes. Sin embargo suelos orgánicos típicos de turbera como los Histosoles, no son comparativamente tan frecuentes.

En algunos sectores boscosos en los que el grado de iluviación ha alcanzado valores mayores, especialmente en la zona cercana al límite, es posible encontrar, en pequeños secto-

res, suelos de tipo Alfisoles. Éstos se caracterizan por tener un horizonte subsuperficial de acumulación de arcillas iluviales de tipo argílico (Bt). Pueden ser pedregosos en todo el perfil si bien texturalmente predominan las texturas francas. Por lo demás los perfiles tampoco evidencian un alto grado de desarrollo edáfico, lo que indicaría tiempos de formación relativamente recientes, así como la ocurrencia de frecuentes fluctuaciones climáticas.

Finalmente, debe señalarse que la sostenida actividad minera de la región ha dado lugar a la formación de suelos antrópicos o, al menos, han modificado fuertemente los suelos naturales. El aspecto más destacado es la presencia de grandes acumulaciones aterrazadas de material estéril proveniente de la mina. En estos materiales, granulométricamente heterogéneos, especialmente en los depósitos más antiguos, se han formado suelos con la consiguiente colonización por parte de algunas especies vegetales. Como todos los suelos antrópicos, éstos exhiben bruscas variaciones laterales y verticales y alta compactación. Asimismo, las propiedades químicas difieren de los suelos naturales circundantes. La mayor extensión areal de estos suelos antrópicos se localiza en el valle del arroyo San José, entre la población de Río Turbio y Mina 5. Conforme a

la última versión de la Soil Taxonomy (1999), los suelos antrópicos podrían ser clasificados parcialmente como Inceptisoles del suborden Antreptes. Según otras propuestas de clasificación se trataría de Entisoles del Gran grupo Udortentes, del tipo Udortentes Spólicos (Fanning y Fanning, 1989).

A continuación se exponen los datos de tres perfiles de suelos estudiados, los que se ubican en la zona de la CTE. A tal efecto se efectuaron calicatas, se observaron los rasgos morfológicos y se tomaron muestras para realizar los análisis correspondientes. Éstos fueron hechos, siguiendo las metodologías habituales en el Laboratorio de la Dirección de Conservación de Suelos, Consejo Agrario Provincial de Río Gallegos.

BIBLIOGRAFÍA

- Fanning, D. y M. Fanning, 1989. Soil. Morphology, genesis and classification. J. Wiley & Sons, 395 páginas.
- INTA; 1990. Atlas de suelos de la República Argentina, 2 tomos y 23 planos. Buenos Aires.
- Soil Survey Staff, 1999. Soil Taxonomy. A basic system of soil classification for making and interpreting soil surveys. USDA. Agriculture Handbook N° 436, Washington, 819 páginas.

TAXONOMÍA DE SUELOS EN EL ÁREA ESTUDIADA

ORDEN	SUBORDEN	GRAN GRUPO	SUBGRUPO		
Molisoles	Crioles	Haplocrioles	Haplocrioles típicos		
			Haplocrioles líticos		
			Haplocrioles énticos		
			Haplocrioles cumúlicos		
			Calcicrioles	Calcicrioles típicos	
	Xeroles	Haploxeroles		Haploxeroles énticos	
				Haploxeroles típicos	
				Haploxeroles líticos	
			Acuoles	Argiacuoles	Argiacuoles típicos
				Endoacuoles	Endoacuoles típicos
Inceptisoles	Criepetes	Eutrocriepetes	Eutrocriepetes húmicos		
			Eutrocriepetes líticos		
	Acueptes	Endoacueptes	Endoacueptes hísticos		
			Humacueptes	Humacueptes típicos	
			Criacueptes	Criacueptes húmicos	
	Entisoles	Ortentes	Criortentes	Criortentes mólicos	
				Criortentes típicos	
Xerortentes			Xerortentes típicos		
Acuentes		Endoacuentes	Endoacuentes típicos		
			Endoacuentes hísticos		
Antrópicos	Antreptes o Udortentes spólicos				

RELACIÓN SUELO-PAISAJE EN EL ÁREA DE ESTUDIO

Unidad geomórfica	Vegetación	Suelos principales
Morenas	Estepa herbácea y ecotono	Haplocrioles Eutrocriepetes Criortentes
Paisaje erosivo-depositacional glaciario	Estepa herbácea y ecotono	Haplocrioles Eutrocriepetes Criortentes Humacueptes
Laterales de valles glaciarios	Estepa herbácea, bosque y ecotono	Eutrocriepetes Criortentes Haplocrioles
Terrazas fluviales y planicies aluviales	Estepa herbácea y mixta	Criortentes, Fluventes, Acuentes, Acueptes
Terrazas glacifluviales	Estepa herbácea y mixta	Haplocrioles, Criortentes Haploxeroles Calcixeroles
Cañadones	Estepa mixta e hidrofitas	Criortentes Humacuentes
Relieve poligenético en sedimentitas terciarias	Bosque y ecotono	Afloramientos, Criortentes, Eutrocriepetes
Bajos y mallines	Estepa mixta e hidrofitas	Acuentes, Histosoles
Pendientes aluvio-coluviales	Estepa mixta y arbustiva	Criortentes, Afloramientos rocosos
Relieve denudativo en sedimentos "santacruzenses"	Estepa mixta y arbustiva	Criortentes, afloramientos rocosos

PERFILES DE SUELOS

Suelo S1

51°32'58,1"S 72°13'39,1"O. Dentro del predio de la futura CT

Localizado en la terraza inferior del río Turbio.

Relieve suavemente ondulado

Vegetación herbácea densa

Nivel freático a menos de 1,2 m

Material originario: depósitos fluviales gruesos

Clasificación: Haploxerol típico

Rasgos Morfológicos:

Horizonte	A	AC	C*
Profundidad	0-28	28-50	+ 50
Color	10YR3/3	10YR5/3	
Textura	Franco arenosa	Franco arenosa	
Estructura	Migajosa moderada gruesa	Laminar ancha moderada	Sedimentaria
Moteados	Abundantes	abundantes	No
Barnices	-	-	-
Pedregosidad	Pedregoso	Muy pedregoso	Extremadamente pedregoso

Datos analíticos (S1, continuación):

Horizonte	A	AC	C*
Profundidad	0-28	28-50	
Resistencia (ohm.cm)	2535	2350	
PH	5,3	5,4	
Carbono orgánico (%)	2,95	3,30	
Nitrógeno total (%)	0,151	0,000	
Calcio (cmol(+)/kg)	7,2	21,4	
Magnesio (cmol(+)/kg)	25,7	12,1	
Sodio (cmol(+)/kg)	0,3	0,3	
Potasio (cmol(+)/kg)	0,4	0,3	
CaCO ³ (%)	negativo	negativo	
% arcilla (< 2 micrones)	15,0	13,0	
% limo fino (2-20)	17,0	17,0	
% limo grueso (20-50)	8,9	15,0	
% limo total	25,9	32,0	
% arena muy fina (50-100)	22,0	24,3	
% arena fina (100-250)	25,4	21,8	
% arena media (0,25-0,5 mm)	9,7	6,6	
% arena gruesa (0,5-1)	1,6	2,0	
% arena muy gruesa (1-2)	0,4	0,3	
% arena total	59,1	55,0	
% Suelo > 2 mm			+ 50%
Fósforo Truog (mg/kg)	58	100	

* En los horizontes que poseen pedregosidad mayor al 50% no han sido realizados los análisis de laboratorio

Suelo S2

51°32'58,2"S 72°13'39,3"O. Dentro del predio de la futura CT

Localizado en la terraza superior del río Turbio.

Relieve suavemente ondulado

Vegetación herbácea densa

Nivel freático a menos de 1,8 m

Material originario: depósitos fluviales gruesos

Clasificación: Xerortente mólico

Rasgos morfológicos:

Horizonte	A	AC*	C*
Profundidad	0-28	28-43	+43
Color	10YR4/2		
Textura	Areno franca		
Estructura	Migajosa moderada media	Sedimentaria	Sedimentaria
Moteados	Escasos	No	No
Barnices	-	-	-
Pedregosidad	Pedregoso	Extremadamente pedregoso	Extremadamente pedregoso

Datos analíticos (S2 continuación):

Horizonte	A	AC*	C*
Profundidad	0-28		
Resistencia (ohm.cm)	10680		
PH	5,4		
Carbono orgánico (%)	0,88		
Nitrógeno total (%)	0,077		
Calcio (cmol(+)/kg)	7,4		
Magnesio (cmol(+)/kg)	12,8		
Sodio (cmol(+)/kg)	0,3		
Potasio (cmol(+)/kg)	0,2		
CaCO ³ (%)	negativo		
% arcilla (< 2 micrones)	6,0		
% limo fino (2-20)	7,0		
% limo grueso (20-50)	3,0		
% limo total	10,0		
% arena muy fina (50-100)	4,8		
% arena fina (100-250)	10,6		
% arena media (0,25-0,5 mm)	21,8		
% arena gruesa (0,5-1)	30,8		
% arena muy gruesa (1-2)	16,0		
% arena total	84,0		
% Suelo > 2 mm	32	+ 50%	+ 50%
Fósforo Truog (mg/kg)	92		

* En los horizontes que poseen pedregosidad mayor al 50% no han sido realizados los análisis de laboratorio

Suelo S3

51°32'58,1"S 72°13'39,3"O. Dentro del predio de la futura CT

Localizado en la terraza inferior del río Turbio

Relieve suavemente ondulado

Vegetación herbácea densa

Nivel freático a menos de 1 m

Material originario: depósitos fluviales finos

Clasificación: Argiacuol típico

Rasgos Morfológicos:

Horizonte	A	B1	Bt1	Bt2
Profundidad	0-25	25-43	43-63	+63
Color	10YR4/2	7.5YR6/2	7.5YR6/4	10YR7/1
Textura	Franca	Franca Limosa	Franca limosa	Franca limosa
Estructura	Migajosa moderada media	Prismas débiles medios	Prismas débiles medios	Bloques angulares débiles
Moteados	no	escasos	Abundantes	Abundantes
Barnices	-	-	Argilanes abundantes	Argilanes abundantes
Pedregosidad	-	-	-	-

Datos analíticos (S3, continuación):

Horizonte	A	B1	Bt1	Bt2
Profundidad	0-25	25-43	43-63	+63
Resistencia (ohm.cm)	2160	1150	1490	790
PH	5,1	5,3	5,9	5,7
Carbono orgánico (%)	4,84	2,37	0,66	0,68
Nitrógeno total (%)	0,570	0,344	0,088	0,060
Calcio (cmol(+)/kg)	35,4	32,4	7,3	7,3
Magnesio (cmol(+)/kg)	13,7	11,6	27,5	27,5
Sodio (cmol(+)/kg)	0,3	0,4	0,7	0,9
Potasio (cmol(+)/kg)	0,5	0,4	0,1	0,1
CaCO ³ (%)	negativo	negativo	negativo	negativo
% arcilla (< 2micrones)	17,0	17,0	16,0	14,0
% limo fino (2-20 mic.)	23,0	29,0	22,0	19,0
% limo grueso (20-50 mic.)	19,5	25,6	15,7	18,3
% limo total	42,5	54,6	37,7	37,3
% arena muy fina (50-100mic)	13,0	13,3	23,2	18,8
% arena fina (100-250 mic.)	13,4	10,9	19,6	24,0
% arena media (0,25-0,5 mm)	8,5	3,1	3,4	5,6
% arena gruesa (0,5-1 mm)	4,0	1,0	0,1	0,3
% arena muy gruesa (1-2mm)	1,6	0,1	0,0	0,0
% arena total	40,5	28,4	46,3	48,7
% Suelo > 2 mm				
Fósforo Truog (mg/kg)	56	91	101	46



Foto 1: Molisol ubicado en ambiente de morenas laterales del valle del río Turbio. Nótese potente A y escaso desarrollo pedogenético.



Foto 2: Molisol ácuico con potente Bt en la terraza baja del río turbio, en el área del futuro emprendimiento.



Foto 3: Haploxerol de escaso desarrollo y muy pedregoso en terraza glacifluvial, al sur de 28 de Noviembre. Nótese lentes más finas enterradas.



Foto 4: Suelo de bajo desarrollo (Incetisol) muy pedregoso en la terraza fluvial en la zona del predio. Obsérvese rasgos hidromórficos.



Foto 5. Otra vista de suelo de bajo desarrollo (Incetisol) muy pedregoso en la terraza fluvial en la zona del predio.
Obsérvese rasgos hidromórficos y nivel freático somero.

Aguas Superficiales



El área de estudio se encuentra en el sistema río Gallegos-río Turbio de la cuenca del río Gallegos y atraviesa la región Precordillerana hasta su desembocadura en el estuario Atlántico.

La cuenca del río Turbio queda delimitada al NO por el cerro Cancha Carrera y el cerro Vega Mala (618 m), al NE por la Cordillera Chica (1045 m), al E por la meseta Latorre y el cerro Punta Gruesa (1064 m) y al O por las estribaciones de la Cordillera Patagónica Austral.

La red hidrográfica tiene un diseño dendrítico, presenta ramificación irregular de arroyos tributarios en muchas direcciones, subparalelos entre sí y en ángulo agudo sin control estructural y un régimen influenciado por la estacionalidad. Toda la cuenca tiene una situación de déficit hídrico, con condiciones más benignas en las zonas de cabecera, ubicada en la Precordillera. El caudal aumenta en la época de deshielo, donde también recibe el aporte de cauces temporarios (Nicoli y Merino, 1993).

No hay almacenamientos lacustres significativos que tengan importancia en la regulación del escurrimiento. La nieve estacional se acumula en las serranías y valles altos, dispersándose rápidamente. La existencia de humedales, tales como vegas y mallines, constituyen reservorios valiosos en períodos secos.

El curso principal del río corre en sentido N-S sobre depósitos marinos-fluviales y en su recorrido hacia el S, el valle se amplía y presenta una mayor sinuosidad.

El sistema de la cuenca del río Turbio está conformado por arroyos principales, como el San José, Santa Flavia y Primavera y cursos secundarios que originan el Río Turbio.

ARROYOS PRINCIPALES

Arroyo San José: tiene sus nacientes en territorio chileno; su cauce sigue una dirección O-E y en su recorrido pasa por la localidad de Río Turbio uniéndose con el arroyo Santa Flavia en el sector de la vega de San José y finalmente confluye aguas abajo con el arroyo Primavera para originar el río Turbio. Sobre su curso, existe una obra de embalse para el aprovisionamiento de agua que actualmente está fuera de uso. Aguas abajo de este embalse se forma la vega homónima.

En la margen derecha del arroyo se emplaza el ferrocarril que transporta el carbón hasta la ciudad de Río Gallegos. En este tramo, el cauce ha sido rectificado, desarrollándose paralelo al ferrocarril.

Arroyo Santa Flavia: sus nacientes se encuentran en la sierra Dorotea. Sigue un rumbo SO_NE y atraviesa la localidad de Río Turbio hasta su confluencia con el arroyo San José. Este arroyo recibe los aportes pluviales y desagües de la localidad de Río Turbio. Sus aguas traspone la ruta de acceso a Río Turbio y continúa con cauce definido hasta la vega del arroyo San José. Pero en los períodos de mayor caudal, desborda y los exedentes drenan hacia el E a través de cunetas al costado de la ruta (foto 1).

Arroyo Primavera: tiene sus nacientes en un conjunto de arroyitos que bajan desde las laderas O y S de la Cordillera Chica y en el arroyo de Oro, que baja del cerro Vega Mala a una cota 818 m IGM, y del sector denominado Cancha Carrera. La confluencia se produce a la altura de la estancia La Primavera. Desde allí, el río se dirige hacia el S, recibiendo pequeños aportes principalmente en la margen derecha. En este tramo, el cauce ocupa un amplio valle, presentando un modelo anastomosado. En los últimos 2 km previos a la confluencia con el arroyo San José, se verificó una notable modificación del cauce y del valle por extracción de áridos. (foto 2)

Debido a las modificaciones antrópicas ejercidas en la red fluvial, algunos tramos de los arroyos secundarios se insumen y hacen dificultoso su seguimiento en el campo. Por este motivo ciertos trayectos de sus cursos fueron inferidos hasta alcanzar el nivel de base.

El estudio elaborado por el INA, Sedi-mentación de las Descargas de la Planta de YCRT en el río Turbio (1999), presenta valores de caudales y velocidad media a partir de aforos realizados en distintas secciones del río para los meses de junio y diciembre del año 1998 (Gráfico 1):

Arroyos	Q (jun-1998) m ³ /h	Q (dic-1998) m ³ /h
1	1440	666
2	1440	1116
3	1224	4572
4	3024	5832

1: Aguas arriba del arroyo San José; 2: Aguas abajo del arroyo San José; 3: Arroyo Primavera; 4: Río Turbio.



Foto 1. Aguas arriba del arroyo Santa Flavia.



Foto 2 . Arroyo Primavera.

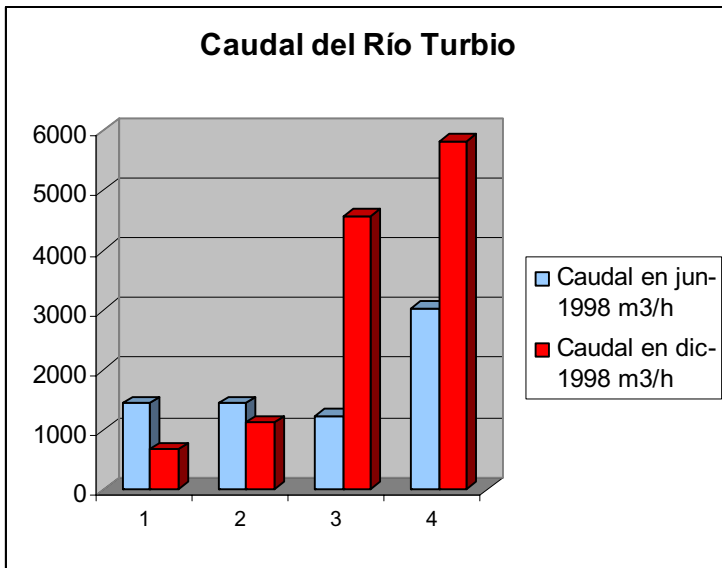


Gráfico 1. 1: Aguas arriba del arroyo San José; 2: Aguas abajo del arroyo San José; 3: Arroyo Primavera; 4: Río Turbio.

La velocidad media para el arroyo San José a la altura del depósito de chatarra (muestra 4) es de $0,58 \text{ m}^3/\text{s}$ para la margen izquierda y $0,38 \text{ m}^3/\text{s}$ para la derecha. En la sección del río que se corresponde con la muestra 6, la velocidad media es $0,50 \text{ m}^3/\text{s}$ y $0,88 \text{ m}^3/\text{s}$ para la margen izquierda y derecha respectivamente.

De acuerdo con el análisis del gráfico 1, los mayores caudales se observan en el mes de diciembre a excepción del arroyo San José que disminuye su caudal en este periodo (es importante señalar que estos datos corresponden a una única medición y se deberían realizar aforos con mayor continuidad en el tiempo). El clima en el área de estudio no tiene una marcada estacionalidad, las máximas precipitaciones se dan en el mes de marzo y los mayores deshielos entre los meses de noviembre y diciembre.

OBJETIVOS DEL ESTUDIO

El presente trabajo tiene como objetivo realizar la caracterización físico-química de base del sistema río Gallegos - río Turbio. También se evaluó, en algunas muestras, la existencia de hidrocarburos, metales pesados y se efectuó un análisis bacteriológico. Cabe destacar que el muestreo se hizo por única vez en el mes de marzo de 2006 y que las conclusiones de estos estudios no deberían ser extrapoladas a otras épocas del año, pues constituyen una línea de base expeditiva de las aguas superficiales.

La selección de sitios de muestreo respondió al criterio de verificación del impacto ambiental que producen los efluentes domiciliarios o los pertenecientes a la actividad minera, que son las principales fuentes de contaminación de la red fluvial. Tanto las actividades mineras como los centros urbanos vierten sus efluentes y aguas servidas directamente a los cursos de agua.

Los sitios de muestreo fueron determinados en la primera campaña realizada en el mes de febrero de 2006, de acuerdo al relevamiento efectuado tanto con personal de Servicios Públicos Sociedad del Estado como con profesionales de la empresa YCRT.

Se tomaron muestras de agua en los arroyos principales y en el río Turbio, aguas arriba y aguas abajo de las principales descargas. La posición de cada punto de muestreo se determinó con un GPS. En cada sitio de muestreo se efectuaron registros de temperatura, pH, conductividad y oxígeno disuelto (Cuadro 1). Para las mediciones de los parámetros físico-químicos *in situ* se utilizaron los siguientes instrumentos: conductímetro Extech Ex Stik EC400, pH metro y termómetro AZ8680 y medidor de oxígeno disuelto modelo GAMMA 5 de Fields Instrumental.

Es importante destacar que en el momento de muestreo llovía copiosamente y la planta de procesamiento de carbón de YCRT se encontraba inactiva, factores que seguramente tienen influencia sobre los parámetros medidos.

Se tomaron 13 muestras de agua superficial, en los arroyos San José, Primavera, Santa Flavia y en el río Turbio. La ubicación de las muestras se observa en la figura 1.

Las muestras de agua para los análisis físico-químicos fueron colectadas en botellas estériles de 1500 ml de capacidad. Para las de metales pesados, hidrocarburos y bacteriológicos se usaron frascos de vidrio estéril. El muestreo bacteriológico se realizó a último momento y las muestras fueron trasladadas inmediatamente (antes de las 24 hs) al laboratorio para su procesamiento. Para el análisis bacteriológico de las aguas se usó el método del Número Más Probable (NMP). Los límites de detección utilizados por el laboratorio se observan en el cuadro 2.

Los resultados de las determinaciones físico-químicas se consignan en el cuadro 3. Es importante destacar que los valores remarcados en rojo corresponden a los parámetros que sobrepasan los límites aceptables por las normas de potabilidad del Código Alimentario Argentino.

MUESTRA	pH	T	Cond.	Ox.dis.	%sat.Oxig.	Descripción del sitio
PSUP 1	7.8	7	204	6.5		Arroyo San José, aguas arriba del dique. Uso ganadero.
PSUP 2	7.5	5.9	176		79	Arroyo Santa Flavia, aguas arriba de la localidad de Río Turbio. Bosque de lenga, cercano a la antigua explotación minera, Mina 1.
PSUP 3	7.6	10.5	490	4.2	37	Unión de los arroyos Santa Flavia y San José. Uso ganadero. También desagotan en la zona los efluentes cloacales de la localidad de Río Turbio.
PSUP4	8	8.5	1300	0.098	0.094	Efluente del depósito de chatarra de YCRT. Desagota en un bajo que se une al arroyo San José.
PSUP 5	8.4	6.5	627	2.9	31	Humedal en el río Turbio, se ubica entre la ruta y el río. Zona de alimentación y nidificación de aves.
PSUP 6	6.6	7	648	5.5	46	Desagote estéril de YCRT sobre el río Turbio. En este sector se encuentran los depósitos de estéril de la mina y la cenizas de la central termoeléctrica actual.
PSUP 7	7.5	14	122.3	3.8	47	Arroyo Primavera cerca de la desembocadura con el río Turbio. Uso ganadero.
PSUP 8	8.5	7.5	300	6.8	57	Río Turbio, aguas abajo del sitio de disposición de residuos domiciliarios de la localidad de río Turbio.
PSUP 9	8.4	7.5	313	5.5	56	Río Turbio, aguas abajo del matadero
PSUP 10	8.1	7.5	306	8.1	85	Río Turbio, área de la futura CT.
PSUP 11	7.8	11	345	6.5	65.66	Río Turbio, aguas arriba de la localidad de 28 de Noviembre
PSUP 12	8.5	9.5	343	4.5	48	Chorrillo de la localidad de J. Dufour
PSUP 13	7.7	8	158	7	70	Chorrillo de Cañadón de los Loros

Cuadro 1. Sitios de muestreo y características físico-químicas medidas *in situ*.

RESULTADOS

Análisis químicos

Para la caracterización de las aguas se tomaron los elementos mayoritarios de cada muestra y se los ploteó en el diagrama de composición triangular de Piper y en el diagrama de Schoeller-Berkaloff. Previamente se determinó el

error de laboratorio a través de la siguiente ecuación:

$$\text{Error(\%)} = 200 \cdot (r_{\text{Cat}} - r_{\text{An}}) / (r_{\text{Cat}} + r_{\text{An}})$$

Acorde con los valores de conductividad y con el tipo de agua, algunas muestras superan el valor de error admisible (muestras 2, 7 y 12). Se recomienda realizar nuevas medicio-

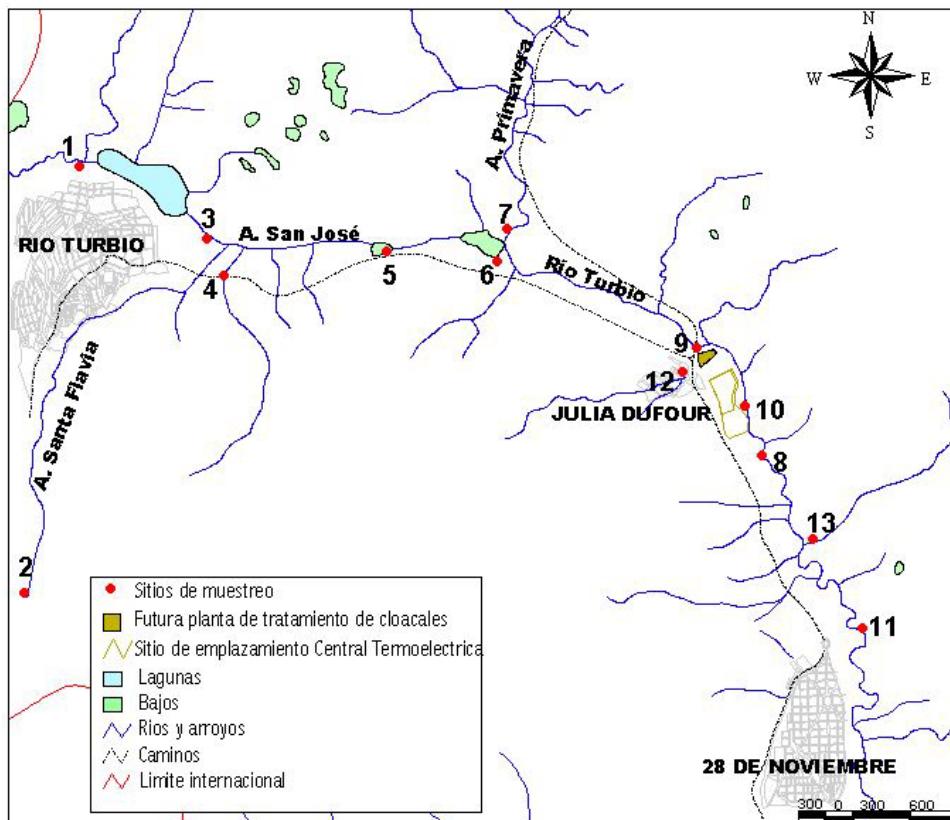


Figura 1. Esquema de ubicación de las muestras de aguas superficiales.

PARAMETROS ANALIZADOS	METODO DE ANALISIS	UNIDAD	RESULTADO	LMD
Conductividad	SM 2510B	uS/cm		0.1
pH	SM4500 H+B	upH		0.1
Alcalinidad total y PP como CaCO ₃ .	SM2320B	mg/l		0.5
Bicarbonatos	SM2320B	mg/l		0.5
Carbonatos	SM2320B	mg/l		0.5
Dureza (CaCO ₃)	SM2340 C-EDTA	mg/l		0.5
Cloruro	SM4500B-Cl	mg/l		0.5
Cianuro WAD	SM4500-1 adap. Piridina	mg/l		0.005
Calcio total y disuelto	SM3500-D-EDTA	mg/l		0.5
Magnesio total y disuelto	SM3550-E-Mg	mg/l		0.5
Potasio total	SM3500-K-D	mg/l		0.1
Sodio total	SM3500-Na-D	mg/l		1
Fluor	Método colorimétrico	mg/l		0.5
Aluminio	SM3500-Al-D	mg/l		0.005
Arsénico	SM3500-As-C	mg/l		0.029
Cadmio	SM3500-Cd-D	mg/l		0.005
Cinc	SM3500 F adaptado	mg/l		0.01
Cobre	Método 8506 Hach	mg/l		0.01
Cromo total	SM3500 adaptado	mg/l		0.01
Cromo (+6)	SM3500-Cr-D	mg/l		0.01
Plomo	SM3500-Pb-D	mg/l		0.005
Silicio	SM4500-Si-D	mg/l		
Plata	Método colorimétrico	mg/l		0.001
Sulfuro	SM4500 A- cualitativo		Negativo/Positivo	
Sulfato	SM4500 E	mg/l		
Sólidos disueltos totales	SM2540 C	mg/l		
Nitrato	SM4500 B	mg/l		
Amonio	SM4500 C	mg/l		0.1
Nitrito	SM4500 B	mg/l		0.005
Hierro	Método colorimétrico	mg/l		0.1
Fosfato	SM4500 D	mg/l		0.003
Hidrocarburos totales	EPA 418,1	mg/l		0.25
HCT + grasas + aceites	EPA 413,2	mg/l		

Cuadro 2. Límites de detección del laboratorio de Servicios Públicos de la provincia de Santa Cruz.

nes. En la tabla 1 se muestran las composiciones para las 13 muestras.

Características organolépticas

Arroyos	Olor	Sedimentos
San José	No contiene	Regular
Aguas arriba del Santa Flavia	No contiene	Abundante
Confluencia: San José, Santa Flavia y efluentes cloacales	Fuerte	Abundante
Cañadón de los Loros	No contiene	Escasos
Primavera	No contiene	Escasos
Chorrillo Julia Dufour	No contiene	Regular
Río Turbio	No contiene	Regular

Análisis físico-químicos

Arroyos principales

El análisis de las aguas superficiales de la cuenca revela alteraciones en los parámetros

físico-químicos y bacteriológicos correlacionables con los distintos usos del suelo.

Para la interpretación de las variables halladas se identificaron, en principio, las muestras que corresponden a los sitios con menores alteraciones antrópicas en el área de estudio. De este análisis surgieron las muestras 1, 2, 7 y 13 (Véase Fig. 1).

Las muestras 1, 2, 7 y 13 pertenecen a sitios poco alterados por actividades urbanas o industriales, aunque en los sitios 1, 7 y 13 se observa un uso ganadero, y el sitio 2 fue ocupado antiguamente por labores mineras, hace mucho desactivadas (el sitio se conoce como Mina 1, en referencia a la antigua mina).

De los resultados de los análisis físico-químicos se concluye que la mayoría de los parámetros están dentro de los límites establecidos como aceptables en la legislación. Sin embargo, en las muestras 1 y 13 se advierten

MUESTRA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Ubicación	A. San José	A. Santa Flavia	Unión S. Flavia con S. José	S. Depósito de Chatarra	Humedad	Desagote estéril (Mina YCRT)	A. Primavera	Predio (después del basural)	R. Turbio (matadero)	Predio futura Planta	R. Turbio antes de Noviembre	Chorrillo J. Dufour	Cañadón de los Loros
	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)
Alcalinidad tot. En co3ca	109.2	102	196.4	345	247.2	265	71.6	114.4	117.6	109	110	135.2	85.8
alcalinidad feno. En co3ca	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Amoniaco (NH4)	0.22	0	17.15	0.49	6.4	9.79	0.13	1.3	3.75	0.81	0.78	1.55	0.52
Calcio (ca+)	30.58	28.46	48.74	70.38	56.67	62.12	15.79	32.22	32.06	34.47	34.71	35.11	19
Cloruro (Cl-)	17.2	18.6	27.2	23.2	26.4	30.4	9.2	18.4	17.2	14.4	19.8	29.4	14.8
Coeficiente S	23	22.99	23.08	23.17	23.1	23.12	22.95	23.03	23.03	23.02	23.04	23.04	22.97
Coeficiente C	6.8	6.8	7.9	8.6	8.2	8.2	6	7	7	7	7	7.2	6.2
Cond. Esp. uScm-1	209	187	470	1160	575	750	124	275	280	260	320	295	147
Dureza (CO3H)2Ca	116.8	111.8	180.6	212	217.6	244	94.6	111.6	124.6	136.4	154.8	164	90
Dureza total CO3Ca	116.8	111.8	180.6	212	217.6	244	94.6	111.6	124.6	136.4	154.8	164	90
Fluor	0.51	0	0.11	0.64	0.56	0.57	0.59	0.22	0.46	0	0	0.41	0
Fosfato	0	0	0.09	0.001	0.11	0.054	0	0.014	0.014	0.008	0.008	0.019	0.006
Hierro Total	-0.1	1	0.2	0	0.1	-0.1	0	0.1	-0.1	0.2	0.4	-0.1	0.1
Indice de Riznar	8.861	9.136	8.21	6.463	7.822	7.806	10.174	8.747	8.701	8.986	8.583	8.836	9.431
Magnesio (Mg+2)	9.68	9.75	14.1	8.65	18.22	21.28	13.22	7.44	10.66	12.05	16.32	18.29	10.2
Nitrato (NO3)	1.69	0	4.01	1.92	3.95	4.16	1.05	2.61	2.43	4.45	3.9	9.49	2.82
Nitrito (NO2)	0.001	0	0.006	0.004	0.016	0.125	0.001	0.097	0.027	0.056	0.05	0.15	0.004
Potasio (k+)	0.39	1.27	7.4	0.98	4.29	3.51	0.68	1.17	1.56	1.17	1.17	1.76	0.49
SDT	130.62	116.87	293.75	725	359.37	468.75	77.5	171.87	175	162.5	200	184.37	91.87
Silicio (SiO2)	11.11	8.05	15.62	8.69	16.37	11.88	12.78	15.05	15.62	13.99	14.32	19.94	19.38
Sodio (Na+)	8.05	66.7	59.8	207	46	92	5.75	24.15	28.75	23	33.35	29.9	11.5
Sulfatos (SO4)-2	10.2	10.2	47.39	428.35	63.79	149.47	-5	46.29	50.67	50.67	64.89	6.92	-5
Sulfuro (S-2)	negativo	negativo	positivo	negativo	negativo	negativo	negativo	negativo	negativo	negativo	negativo	negativo	negativo
Turbiedad UNT	23	170	100	12	16	18	0.6	39	11	44	65	10	2.2
Color aparente	20	20	30	10	20	20	10	15	20	20	15	30	40
Aniones	9.5023	2.7599	5.4447	27.7576	6.5291	8.9601	2.1992	3.7763	4.0984	4.2654	5.0723	13.3183	2.2633
Cationes	9.2736	2.2914	4.6863	9.6592	5.4672	5.6763	2.7586	3.2674	3.5568	3.6922	4.0916	13.9034	3.1308

Cuadro 3. Resultados de los análisis físico-químicos.

Muestras Superficiales	Diagrama de Piper	Diagrama de Schoeller-Berkaloff
Muestra 1	Bicarbonatada cálcica	Bicarbonatada cálcica
Muestra 2	Bicarbonatada sódica	Bicarbonatada sódica
Muestra 3	Bicarbonatada cálcica-sódica	Bicarbonatada sódica-cálcica
Muestra 4	Sulfatada sódica	Sulfatada sódica
Muestra 5	Bicarbonada cálcica-sódica	Bicarbonatada cálcica
Muestra 6	Bicarbonatada sódica-cálcica	Bicarbonatada sódica-cálcica
Muestra 7	Bicarbonatada magnésica	Bicarbonatada magnésica
Muestra 8	Bicarbonada cálcica-sódica	Bicarbonatada cálcica
Muestra 9	Bicarbonada cálcica-sódica	Bicarbonatada cálcica
Muestra 10	Bicarbonada cálcica-sódica	Bicarbonatada cálcica
Muestra 11	Sulfatada cálcica-sódica	Bicarbonatada cálcica
Muestra 12	Bicarbonatada cálcica-sódica	Bicarbonatada cálcica
Muestra 13	Bicarbonatada cálcica-magnésica	Bicarbonatada cálcica

Tabla 1. Composición química de las muestras

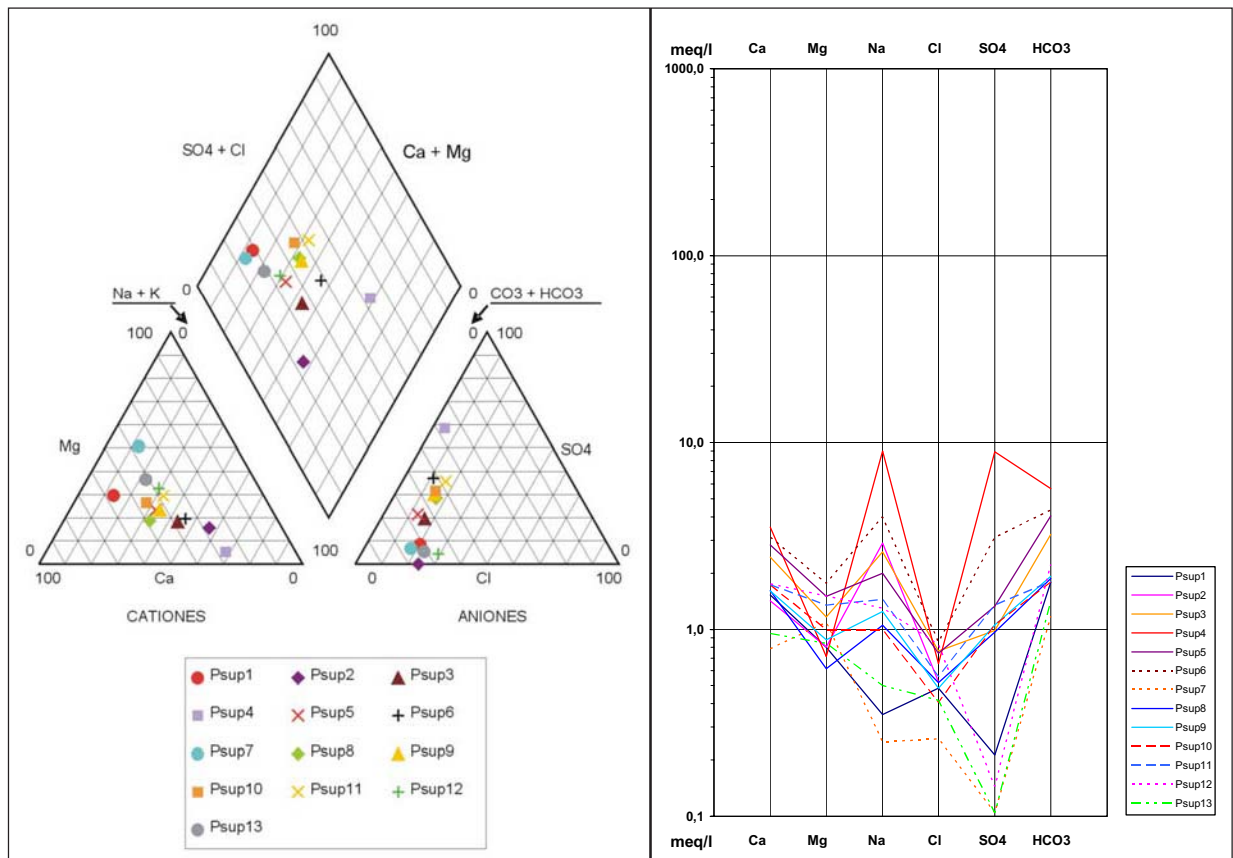


Figura 2. a) Ubicación de las muestras en el diagrama de Piper. b) Ubicación de las muestras en el diagrama de Schoeller-Berkaloff.

valores de amoníaco levemente superiores a los límites fijados por la legislación. Este valor, correlacionado con el porcentaje de saturación de oxígeno, medido *in situ*, determina una calidad de agua ligeramente inferior a la óptima. Los valores de amoníaco encontrados son coherentes con el uso ganadero de estos lugares.

Con respecto a la turbidez y al color aparente, todos los valores hallados sobrepasan en gran medida los parámetros aceptables. Esta variable, relacionada con la presencia de partículas suspendidas en el agua, puede causar se-

veros problemas ambientales por la reducción en la penetración de la luz que producen, alterando las poblaciones bentónicas de los cursos de agua. El aumento de la turbidez está vinculado con los fenómenos de eutrofización, que disminuyen la calidad de agua.

El arroyo Primavera (muestra 7) es el único curso de agua que se utiliza para el suministro de las poblaciones de Julia Dufour y 28 de Noviembre, a diferencia de la localidad de Río Turbio que es provista por agua de pozos. El arroyo Primavera presenta valores de turbidez de

0,6 mg/l, y de color aparente de 10, que sobrepasan levemente los límites aceptables pero aún se encuentran dentro de un rango tolerable. En el gráfico 2 se observan la comparación de los principales parámetros físico-químicos de estos arroyos.

En las muestras 1, 2 y 7 se efectuaron análisis bacteriológicos. En todos los casos los resultados fueron positivos, encontrándose valores de coliformes fecales y totales por sobre los estándares de calidad para la bebida. Los estudios de laboratorio la clasifican, según el Código Alimentario Argentino, como agua no apta para consumo humano.

Como el arroyo Primavera (muestra 7) es utilizado para el consumo humano, se incluyó en el muestreo una evaluación de metales pesados. Los datos obtenidos del laboratorio indican valores de arsénico por encima de los límites aceptables.

Río Turbio

Para identificar la situación en términos de calidad del agua del río Turbio se correlacionaron los datos obtenidos con los distintos usos del suelo.

La muestra 3, que se tomó en el sitio de unión de los arroyos San José y Santa Flavia, presenta altos valores de amoníaco. En este sitio confluyen los efluentes cloacales, sin tratamien-

to, de la ciudad de Río Turbio. El arroyo Santa Flavia, que atraviesa la mencionada localidad, recoge los desagues pluviales, efluentes urbanos y las aguas servidas. Todos estos aportes aumentan los sólidos en suspensión, conductividad y amoníaco, entre otros parámetros, del arroyo San José. El gráfico 3 muestra un análisis comparativo de las aguas del arroyo San José antes y después de su unión con el Santa Flavia.

De los valores tomados *in situ*, la conductividad tuvo una variación de 204 a 490 uS/cm, el porcentaje de saturación de oxígeno disminuyó de 65% al 37%, la temperatura aumentó de 7°C a 10,5°C y el pH se se hizo levemente más ácido (7,8 en la muestra 1 y 7,6 en la muestra 3).

Las variables de sólidos en suspensión y conductividad evidencian una tasa de sedimentación alta a partir de los efluentes mencionados anteriormente. La variación en conductividad y la disminución del oxígeno disuelto, a prácticamente la mitad, expresan una severa contaminación con efluentes urbanos. Estos valores son sumamente nocivos para la vida acuática, actualmente se considera que con porcentajes menores del 50% de saturación de oxígeno se hace imposible el sostén de la misma. Los análisis de amoníaco (17,5 mg/l), así como los nitritos y nitratos indican contaminación con materia orgánica. Por otra parte, ésta es la única muestra que registra sulfuros.

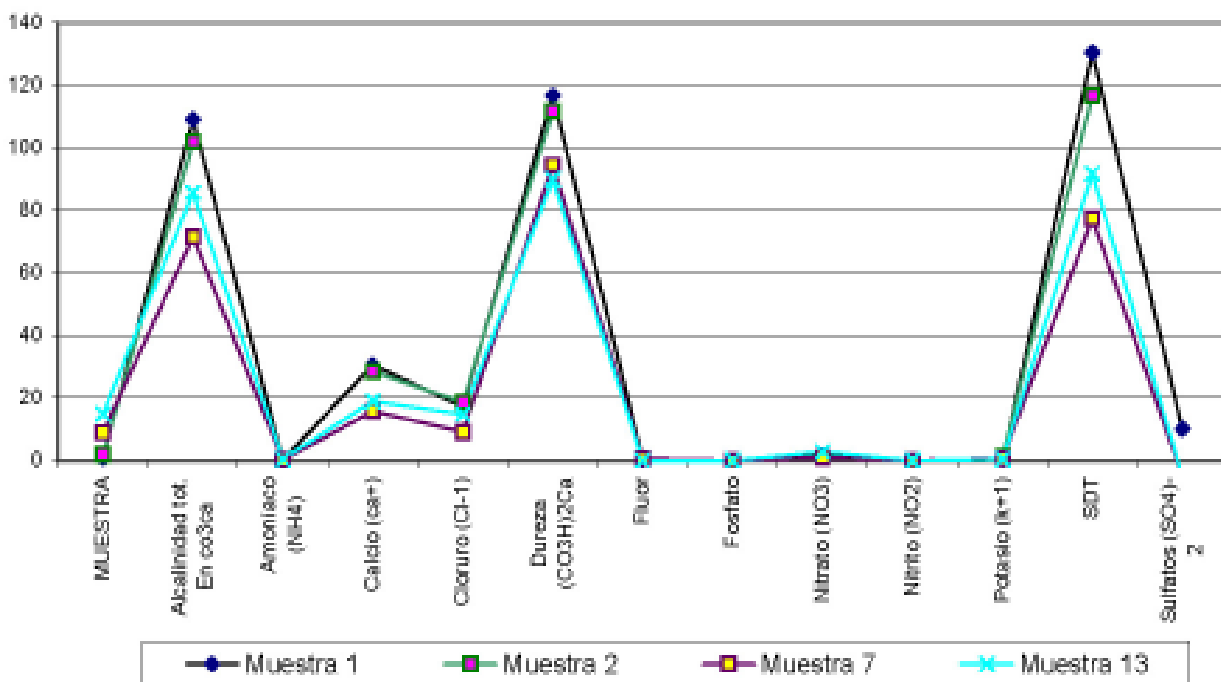


Gráfico 2. Comparación de algunos parámetros físico-químicos de los arroyos del área de estudio.

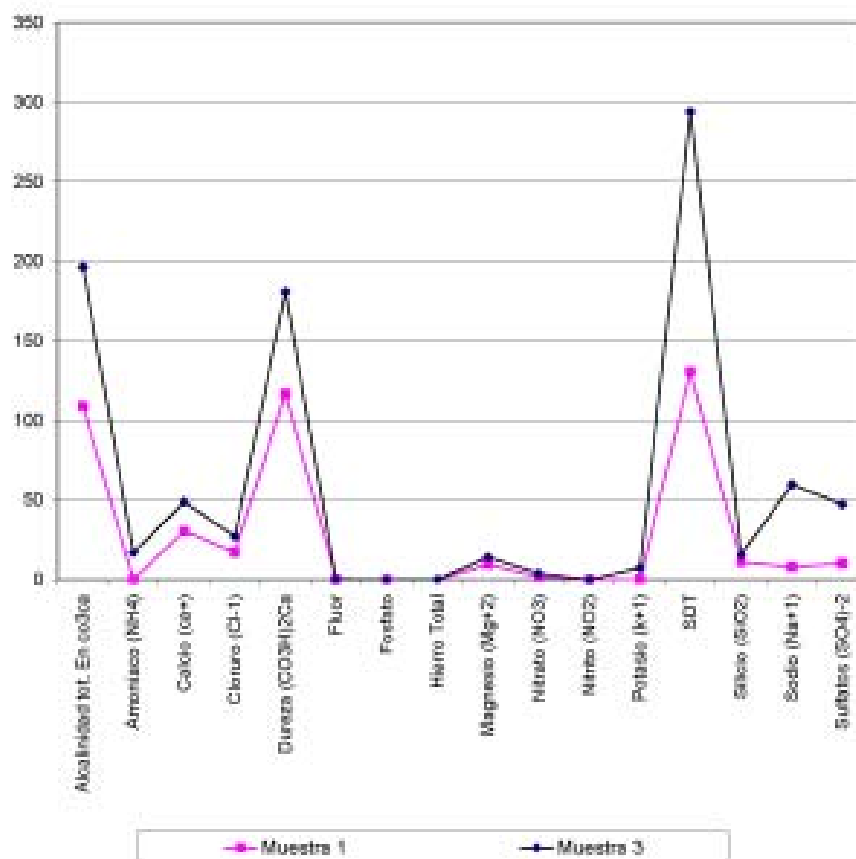


Gráfico 3. Comparación de los parámetros físico-químicos de las aguas del arroyo San José antes (muestra 1) y después (muestra 3) de su unión con el Santa Flavía.

Con respecto al análisis bacteriológico se obtuvieron altos valores tanto en coliformes totales como en coliformes fecales, que determina un importante nivel de contaminación.

La muestra 4 se tomó en el sitio de descarga de efluentes provenientes de los talleres de YCRT. Cercano a este sitio se encuentra el depósito de chatarra de la mina y efluentes de labores inactivas (Mina 2). En general, todos los parámetros físico-químicos medidos experimentan un aumento con respecto a las muestras anteriores, lo cual constituye una información importante a la hora de evaluar la incidencia de esta descarga tanto en el arroyo San José como el posible impacto sobre el acuífero, pues este efluente descarga sobre un humedal. Se destacan en esta muestra los valores de conductividad, que manifiestan una importante mineralización y carga iónica en el efluente. Los altísimos valores de sulfato hallados en las muestras, que alcanzan los 428,35 mg/l evidencian los aportes de agua de mina. Los análisis efectuados para metales pesados revelan bajas concentraciones, contrariamente a lo esperado en este tipo de efluente, como se indica en el siguiente cuadro:

Elemento	Concentración (mg/l)
Aluminio (Al +3)	0
Arsénico (As +3)	0,008
Cadmio (Cd°)	0,001
Cianuro (CN -1)	0,002
Cinc (Zn +2)	0,05
Cobre (Cu°)	0,04
Cromo (Cr04-2)	0
Plata (Ag°)	0,01
Plomo (Pb +2)	0

Al respecto es importante mencionar que el pH, medido *in situ*, es de carácter básico, lo cual puede tener influencia sobre la presencia de metales pesados en agua. Sería importante verificar la concentración de los mismos tanto en sedimentos como en la biota existente en el área, ya que pueden estar también bio-acumulándose en tejidos vegetales y animales.

La muestra 5, tomada en un humedal al costado de la ruta (foto 3), presenta valores físico-químicos que evidencian procesos de concentración con respecto a las aguas del arroyo San José. Es importante destacar que este sitio recibe los aportes de los efluentes mencionados anteriormente.

En el gráfico 4 se observa una comparación de las variables medidas en este sitio con

respecto a las concentraciones medidas en el arroyo San José. El aumento de la conductividad y los sólidos disueltos, en valores superiores al 100% con respecto a las concentraciones originales del arroyo, coincide con la carga de sedimentos de los efluentes urbanos e industriales que aportan a este sitio.

Con respecto a la saturación de oxígeno, que tiene un valor del 37% medido *in situ*, determina un ambiente en condiciones prácticamente anaeróbicas, incapaz de sostener organismos aerobios acuáticos. Los análisis bacteriológicos dieron positivos, excediendo valores aceptables en coliformes totales y fecales. Del mismo modo que en la muestra anterior (muestra 4) las concentraciones de metales pesados obtenidas son bajas, como se observa en el siguiente cuadro.

También se recomienda realizar muestreos de sedimentos y biota para determinar

Elemento	Concentración (mg/l)
Aluminio (Al +3)	0
Arsénico (As +3)	0
Cadmio (Cd°)	0,002
Cianuro (CN -1)	0,002
Cinc (Zn +2)	0,05
Cobre (Cu°)	0,06
Cromo (Cr04-2)	0
Plata (Ag°)	0,02
Plomo (Pb +2)	0

concentración y bioacumulación de tejidos vivos.

La muestra 6 se tomó en el río Turbio, aguas abajo de la descarga de las piletas y desagote de estériles de la mina (foto 4). Esta muestra presenta aumentos en la mayoría de los parámetros físico-químicos medidos con respecto al humedal, como consecuencia de los nuevos vertidos.

El gráfico 5 expone un análisis comparativo de esta situación. Los valores de conductividad y sólidos totales se ven aumentados en más de un 20%, lo que evidencia una descarga con alta mineralización y carga iónica. No aparecen en esta muestra metales pesados ni hierro, a pesar de las magnetitas utilizadas en el procesamiento del mineral, como se observa en el siguiente cuadro.

Elemento	Concentración (mg/l)
Aluminio (Al + 3)	0
Arsénico (As + 3)	0
Cadmio (Cd°)	0,002
Cianuro (CN -1)	0,002
Cinc (Zn +2)	0,05
Cobre (Cu°)	0,05
Cromo (Cr04-2)	0
Plata (Ag°)	0,02
Plomo (Pb +2)	0



Foto 3. Humedal ubicado al costado de la ruta de acceso entre las localidades de Río Turbio y Julia Dufour.

Hay que destacar que la planta de YCRT estuvo inactiva algunos días antes y durante la toma de la muestra. Esta situación entonces, determina el valor de base actual del río Turbio y no puede extrapolarse a condiciones de funcionamiento de la planta. De acuerdo con comunicaciones personales con personal profesional de la planta de YCRT, los parámetros físico-químicos en este punto del río varían notablemente si la planta funciona o no, por lo que se recomienda repetir esta medición en condiciones de actividad de la planta de procesamiento del carbón.

En las muestras 9 y 12 se observan importantes aportes vinculados con la actividad de un matadero (muestra 9) y con efluentes domiciliarios y aguas servidas de la localidad de Julia Dufour (muestra 12). El gráfico 6 expone un análisis comparativo de ambas muestras.

Ambas muestras son bastante equivalentes en las variables medidas *in situ*. Presentan valores de pH básicos (8,4 y 8,5, respectivamente), conductividades superiores a los 300 us/cm y porcentajes de saturación de oxígeno que condicionan la vida acuática. La misma relación puede observarse con respecto a los parámetros medidos en laboratorio.

La muestra 10 corresponde a la ubicación de la futura planta termoeléctrica y la muestra 8 se tomó aguas abajo del sitio de disposición de residuos sólidos de la localidad de Río Turbio. Hay que destacar que entre las muestras 9, 10 y 8 hay una distancia de 1,5 km y entre el sitio de muestreo 8 y el 11 (en la localidad de 28 de Noviembre) hay unos 3 km aproximadamente. Esta corta diferencia entre los sitios de muestreo y la ausencia de nuevos efluentes que desagoten en el río Turbio, determina que los parámetros en estas muestras sean bastante similares. Esta situación se sintetiza en el gráfico 7.

Con respecto a las variables medidas *in situ*, los valores de pH se mantienen en un rango de neutro a ligeramente básico, la conductividad presenta valores superiores a 300 uS/cm y el porcentaje de saturación de oxígeno es muy bajo, con un valor máximo del 65% en la muestra 11, lo cual determina una clasificación de agua de muy baja calidad para la vida acuática. En las muestras 8 y 11 se realizó un muestreo bacteriológico que dio positivo para coliformes totales y fecales. En todos los casos los valores de metales pesados registraron valores por debajo de los límites aceptables, como se observa en la tabla 2.

Sin embargo, sería conveniente efectuar muestreos en sedimentos para determinar la posible incorporación de los mismos.

CONSIDERACIONES GENERALES

De los parámetros muestreados se mencionan algunos que pueden tener incidencia directa sobre la calidad de agua, considerando los posibles usos a que fuera destinada.

La turbidez, producida por la carga de sedimentos, incide directamente sobre la calidad de agua y su concentración de oxígeno. La reducción de la penetración de la luz disminuye la tasa fotosintética y, en consecuencia, la productividad, reduciendo el porcentaje de oxígeno disuelto y promoviendo los procesos de eutrofización. Todo esto determina la pérdida de organismos aeróbicos acuáticos, como peces e invertebrados.

Puede observarse en todas las muestras la importante cantidad de sólidos en suspensión que transporta el río Turbio (Gráfico 8). Estos valores se incrementan notablemente con la incorporación de efluentes provenientes de

	Muestra 10	Muestra 8	Muestra 11	Muestra 12
Elemento	Concentración (mg/l)			
Aluminio (Al +3)	0	0	0	0
Arsénico (As +3)	0	0	0	0
Cadmio (Cd ^o)	0,004	0,004	0,004	0,003
Cianuro (CN -1)	0,05	0,031	0,031	0,004
Cinc (Zn +2)	0,02	0,06	0,06	0,02
Cobre (Cu ^o)	0,09	0,02	0,02	0,22
Cromo (Cr04-2)	0	0	0	0
Plata (Ag ^o)	0,02	0,01	0,01	0,02
Plomo (Pb +2)	-0,05	-0,05	-0,05	0

Tabla 2. Determinación de metales en las muestras 8, 10, 11 y 12.

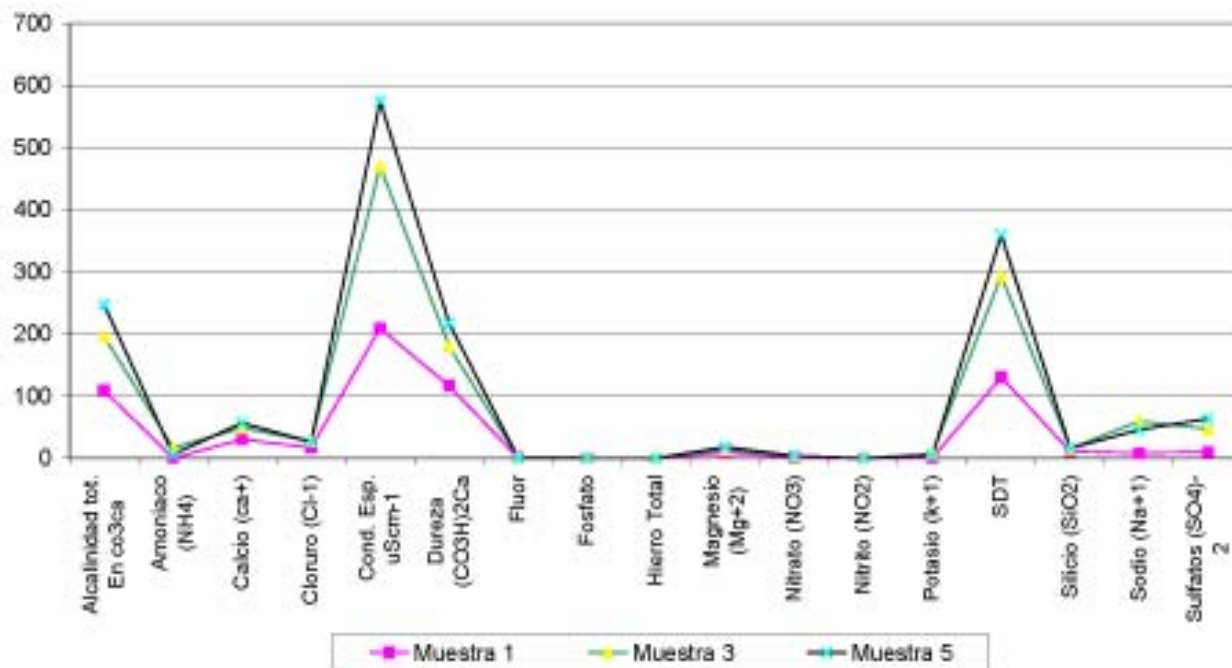


Gráfico 4. Comparación de los parámetros físico-químicos del humedal con las concentraciones obtenidas en la muestra 3 y 1, pertenecientes al arroyo San José.

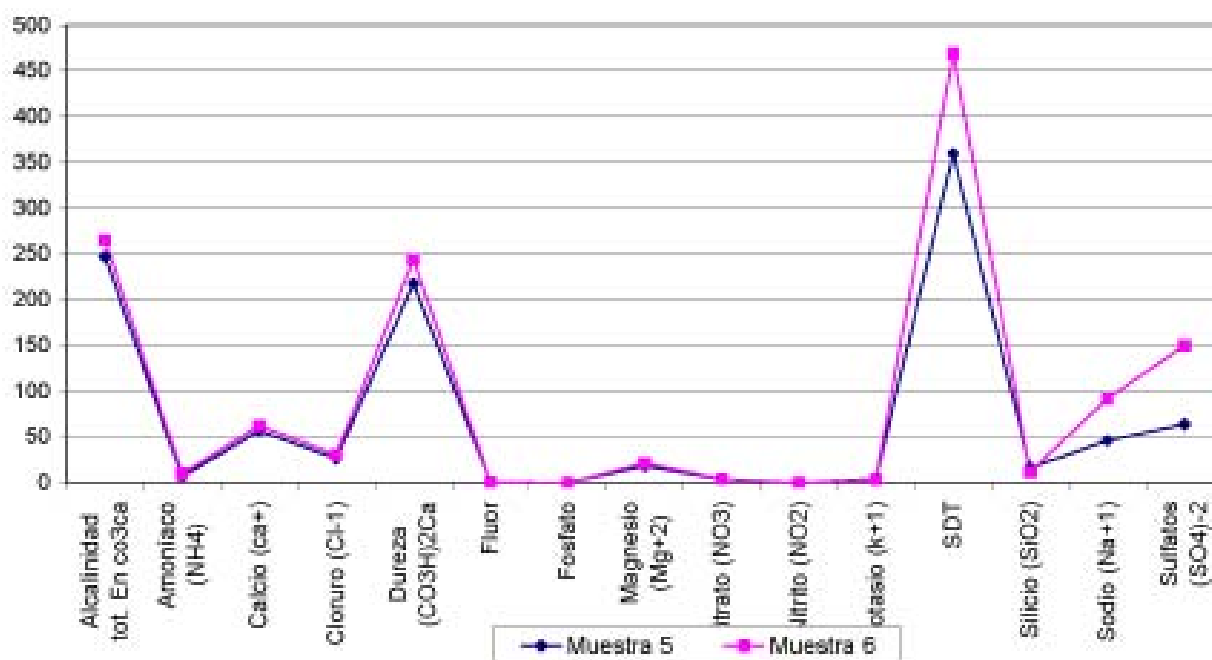


Gráfico 5. Comparación de los parámetros físico-químicos medidos en los sitios de muestreo 5 y 6.



Foto 4. Desagote de estériles de la mina YCRT al río Turbio.

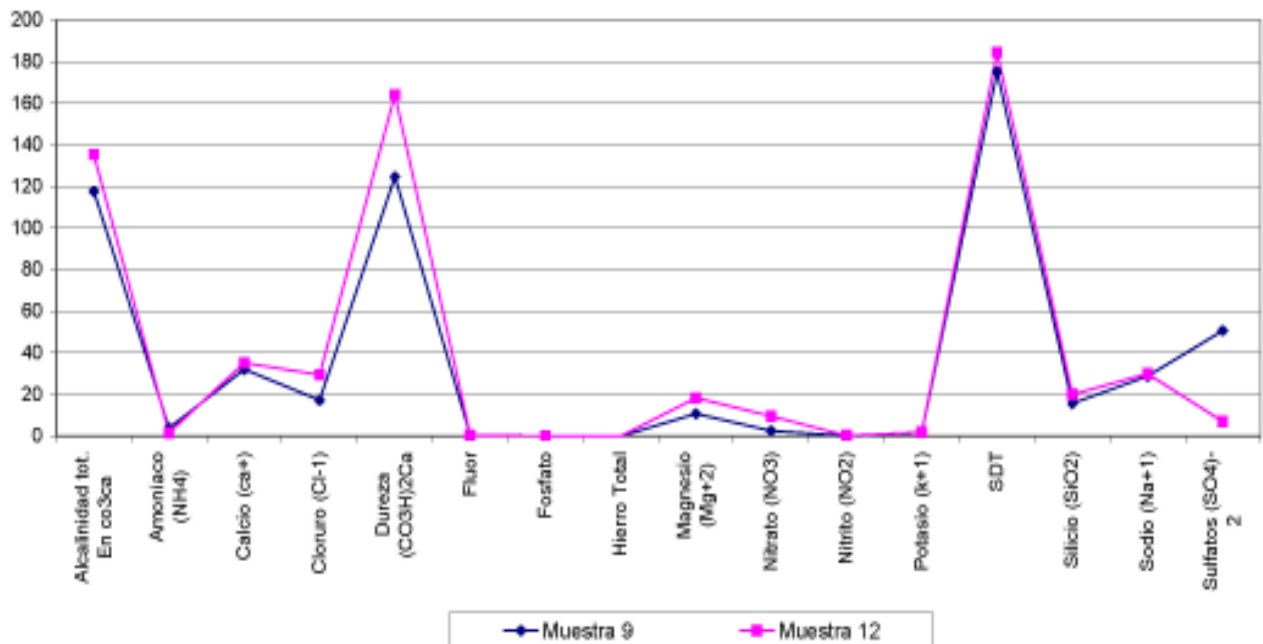


Gráfico 6. Parámetros medidos en las muestras 9 y 12, con aportes de materia orgánica provenientes de la localidad de Julia Dufour y del matadero.

los depósitos de chatarra y el sitio de desagote del estéril de la mina, que están ubicados en la planicie de inundación del río, donde existen valores de caudales bajos en esta sección. Estudios anteriores (Nicolli y Merino, 1993) indican

que estos sólidos están compuestos principalmente por minerales arcillosos con abundante contenido de partículas de carbón.

La temperatura del agua es otro parámetro importante para establecer su cali-

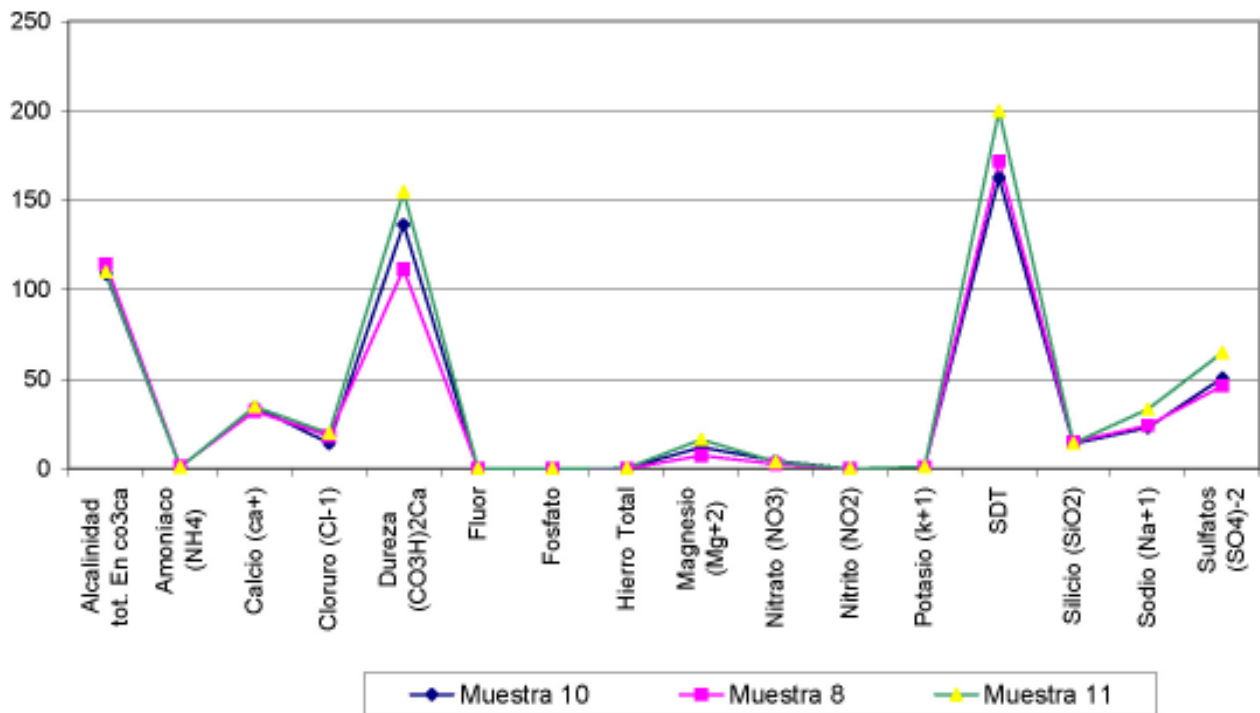


Gráfico 7. Comparación de las muestras 10, 8 y 11. Se encontraron valores equivalentes en los distintos parámetros físico-químicos evaluados.

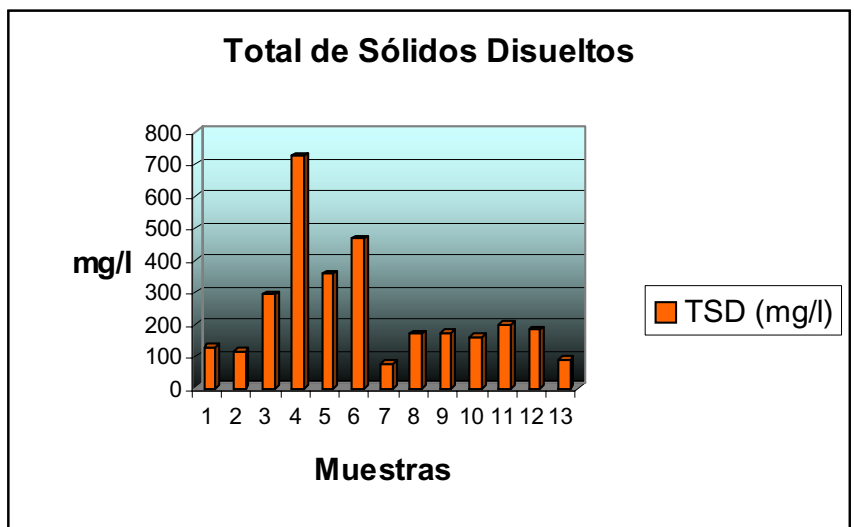


Gráfico 8. Se observa que las muestras con mayor contenido en TDS son las ubicadas aguas abajo del arroyo San José, a la altura del depósito de chatarrería (m4) y desagote del esteril (m6) de la planta de YCRT coincidente con los menores caudales para los periodos de Junio y diciembre. Hacia el sur disminuye el contenido conforme al aumento del régimen del río.

dad, debido a que altera las concentraciones de oxígeno disuelto. Los valores de oxígeno por encima del 90% fijan una calidad de buena a óptima del agua, mientras que si éstos decaen por debajo del 69%, la calidad se define como baja o no apta para la vida acuática. Por otra parte, las especies presentes en los cuerpos de agua (ríos, arroyos o ambientes lénticos como lagunas o represas) tienen baja tolerancia para

las modificaciones de temperatura. La mayoría de los procesos vinculados con la reproducción, eclosión de huevos y maduración embrionaria están directamente relacionados con la temperatura. Leves cambios en ésta determinan fenómenos de mortandad.

Los análisis del laboratorio, en las muestras 2, 7 y 13 indican que el agua es de tipo corrosiva para el acero al carbono, mien-

tras que en la muestra 4 se encontraron características incrustantes. El resto de las muestras se definieron como no demasiado corrosivas ni incrustantes (de acuerdo al índice Rizar, que precisa la característica corrosiva o incrustante del agua en los materiales de metal. Hay que destacar que este valor es afectado por la conductividad y la temperatura).

Los altos valores de sulfato en la muestra 4 (428,35 mg/l), que está vinculada a un efluente minero, señala un aporte considerable de este compuesto a la cuenca. Este valor tiene una diferencia mayor del 400% con respecto a la muestra de menor contenido en sulfato (muestra 1) y del 200% aproximadamente en referencia a la muestra 6, ubicada en el punto de desagote del estéril de la mina. Asimismo, la muestra 4 presenta valores muy altos de la mayoría de los parámetros medidos. Contiene valores máximos de SDT, conductividad y alcalinidad. También es importante destacar que la mayoría de estos valores disminuyen aguas abajo y a unos pocos kilómetros, en la muestra 11 tomada muy cerca de la localidad de 28 de Noviembre.

Los análisis bacteriológicos determinaron la existencia de bacterias coliformes totales y fecales en distintos puntos de muestreo, lo cual resulta coherente con respecto a la eliminación, en forma directa y sin tratamiento, de los efluentes cloacales de las localidades del área de estudio y, en algunos sitios, con la actividad ganadera.

Son llamativas las bajas concentraciones de metales pesados en las muestras 4, 5, 6 y 12, a pesar de que podría esperarse contamina-

ción de este tipo. Es importante corroborar estos resultados e intensificar los muestreos en agua, además de implementar sistemas de monitoreo en sedimentos y biota.

RECOMENDACIONES

Se observa la urgente necesidad de establecer mecanismos inmediatos en el manejo de aguas servidas. Si bien es importante destacar que se está construyendo una planta de tratamiento de cloacales en la localidad de Julia Dufour y existe un proyecto para una planta en Río Turbio.

Se debería continuar con el monitoreo permanente de la calidad de agua del río Turbio, estableciendo estaciones de muestreo en distintas épocas del año. También se debería considerar la realización de muestreos de sedimentos y biota, para determinar posibles procesos de concentración, bioacumulación y biodispersión de metales pesados.

Los resultados del laboratorio indican que el arroyo Primavera es el que presenta mejores condiciones físico-químicas. Si bien, en el sitio de muestreo, se observaron valores por encima de los aceptados en turbidez, arsénico y en los estudios bacteriológicos, esta agua resulta la de mejor calidad en esta cuenca. Se recomienda que este ambiente sea protegido con respecto a los posibles vuelcos de efluentes, tanto urbanos como industriales.

Es importante considerar y conocer aquellas secciones del río en donde la capacidad de dilución sea mayor de acuerdo a los valores de caudales.

Hidrogeología



INTRODUCCIÓN

En el área de estudio se reconocen dos unidades hidrogeomórficas (Cuadro H 1). La primera está conformada por un relleno aluvial moderno, donde se encuentran el acuífero libre y el semiconfinado, actualmente en explotación. La segunda unidad es la Formación Río Turbio, de carácter rocoso conformando un acuífero de bajo rendimiento (Gianni, 2005).

A través del análisis del sitio de instalación de la futura Central Termoeléctrica no se encontró una capa inicial de turba.

Es importante destacar que las galerías de la mina se comportan como una gran

galería filtrante, que si bien es de escaso caudal unitario, su gran superficie de drenaje genera una considerable cantidad de agua que se eleva a la superficie y sin ningún tratamiento previo se la vierte al cauce del río Turbio. Estudios anteriores concluyeron que la Formación Dorotea no conforma un acuífero rentable a través de perforaciones convencionales.

En la subcuenca de Río Turbio, se reconocen dos niveles principales de terrazas fluviales constituidas por depósitos de bloques, gravas y arenas, moderadamente seleccionados y con estratificación entrecruzada. En la zona de la futura instalación de la Central Termoeléctrica, de qué se observan ambos niveles de

Unidad Hidrogeológica 1 (UH1): Holoceno	Constituye el relleno aluvial moderno de la quebrada del arroyo San José. Presenta una capa inicial de 8 m de turba. Le sigue una capa de unos 7 m de gravas finas y gravillas con arena subordinada. Desde los -15 m a los -40 m aparecen arenas con algunos bancos delgados con cierta litificación. A partir de los -40 m normalmente se hallan arcillas de colores gris y celeste que probablemente pertenezcan a la zona alterada de la discordancia con la Fm. Dorotea. Cabe señalar que los pozos de producción instalados en el valle del arroyo San José no superan los 40 m de profundidad. Esta unidad corresponde al acuífero principal de la zona (Gianni, 2005).
Unidad Hidrogeológica 2 (UH2): Paleoceno	Está integrada por las sedimentitas arenopelíticas de la sección superior de la Fm. Río Turbio y participa en la hidrogeología de la zona de la siguiente manera: en un sentido, conforma la estructura positiva sobre la que se labró el valle del arroyo San José y sustenta los sedimentos modernos de la UH1. Si bien no constituye un acuífero debido a su carácter de macizo rocoso, su mediano grado de diaclasamiento se traduce en que el agua proveniente de la ablación nival y pluvial, penetra por el sistema de diaclasas y una fracción de ésta termina recargando a la UH1. El resto sigue su camino descendente hasta profundidades considerables tal como se observa en las galerías de la mina, que obliga a contar con un sistema de drenaje mediante bombas sumergibles.

Cuadro H 1. Descripción de las unidades hidrogeomórficas.

terrazas: El nivel 1 es el más antiguo y por lo tanto el más elevado y con material algo más grueso. El nivel 2, se encuentra más próximo al río y en él se advierte una mayor participación de sedimentos más finos (limosos).

Para conocer las características del acuífero semiconfinado, se consultó el informe elaborado por SP (Servicios Públicos Sociedad del Estado de la provincia de Santa Cruz) para la ubicación y explotación de los pozos en la localidad de Río Turbio en el año 1994, así se obtuvo acceso a la geología subterránea del lugar. Dichos pozos están situados aguas arriba del dique, sobre el Arroyo San José (figura 1).

Existe una gran heterogeneidad sedimentaria del acuífero, tanto en sentido vertical como horizontal, con predominancia de componentes pelíticos y psamíticos finos con bancos arcillosos duros en el sector de la Vega de San José, coincidente con los pozos P2, P8 y P12. En cambio, en los pozos P4 y P6, predomina la facies psefítica sobre la psamo-pelíticas, en el

pozo P8 es más restringido. De esta manera, las variaciones sedimentarias presentan predominancia psefítica hacia el este y psamo-pelítica hacia el oeste. A continuación se realiza una breve descripción de los perfiles de los pozos P2, P4 y P6.

El perfil del pozo P2 muestra una litología similar a la de los pozos P8 y P12 y toman agua a 28-30 m de profundidad. Sin embargo en los pozos P4 y P6, con toma de agua a profundidades de 27-28 m, no está presente el nivel de arcillas azules. En el P4 se observa un nivel de arcillas arenosas plásticas que le podría estar dando un cierto grado de aislamiento. En el P6 existe una clara separación con el acuífero sobreyacente (libre).

PERMEABILIDAD

A partir del análisis granulométrico del perfil del suelo en los pozos ubicados en el predio (foto 5), la zona subsaturada se caracteriza

Pozo 2:

0-2,50 m: Turba
2,50-16 m: Arcillas arenosas, color gris
16-29 m: Arena fina color gris. Niveles psefíticos finos y arcilitas intercaladas entre 20 y 24 metros
29-30 m: Arcilita azul
30-35 m: Areniscas de grano grueso poco consolidada color gris
35-42 m: Arcilitas grises compactas

Pozo 4:

0-1,20 m: Suelo arcilloso pardo
1,20-15 m: Arcillas arenosas, color marrón claro plásticas
15-35 m: Rodados finos con abundante matriz arenosa, con intercalaciones de arcillas pardas muy plásticas
35-46 m: Arcilitas con intercalaciones de areniscas grises.
46-48 m: Arcillas

Pozo 6:

0-1 m: Suelo arcilloso pardo
1-12 m: Psefitas gruesas a medianas con matriz arenosa
12-35 m: Psefitas medianas a finas con abundante proporción arenosa
35-42,50 m: Areniscas gris cuarzosas
42,50-47 m: Arcillas

ESQUEMA DE LOS SITIOS DE MUESTREO

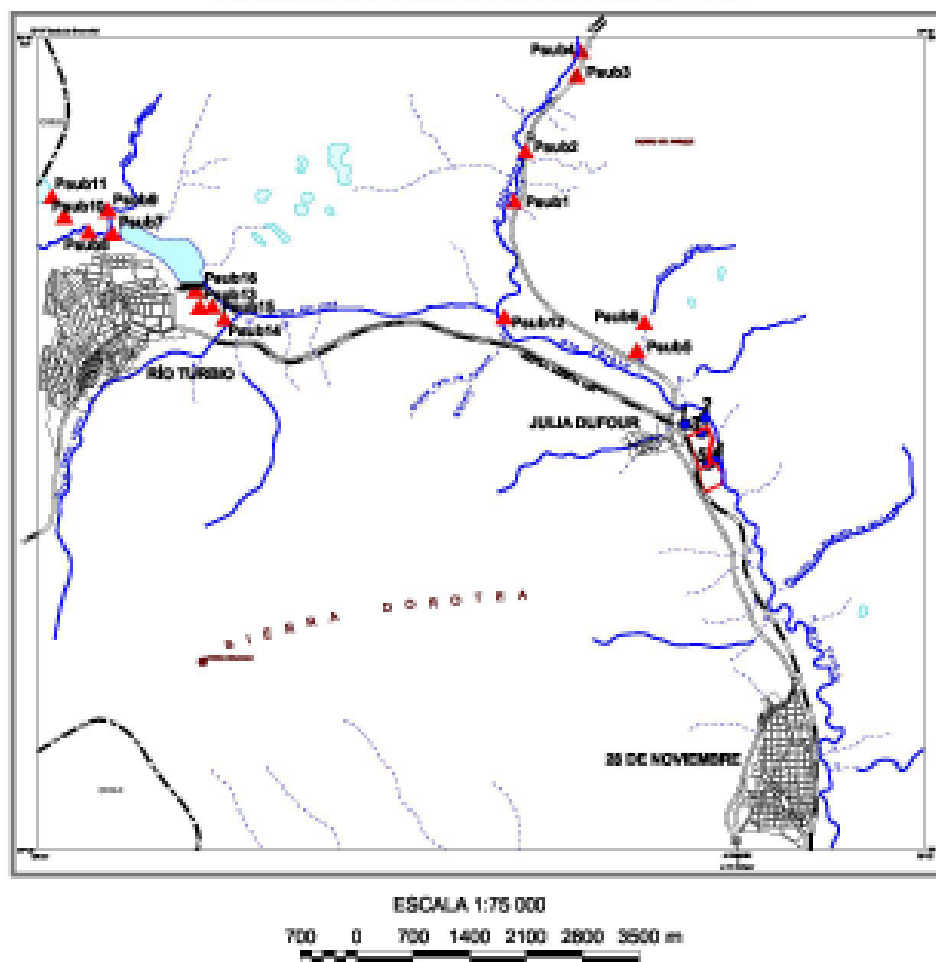


Figura 1. Mapa de ubicación de los pozos.

por tener gravas y gravillas con arenas que según Breddin (1963) poseen permeabilidades entre 10^1 - 10^3 m/día lo que indicaría materiales con alta permeabilidad (figura 2).

MATERIALES Y MÉTODOS

La toma de muestras y las mediciones en aguas superficiales y subterráneas se realizaron en una única campaña durante los días 16 al 25 de marzo de 2006, que corresponde a la estación de verano (fines) y principios de otoño. El análisis del hietograma para los años 1958-2004, indica que el mes más lluvioso es marzo (44,7 mm) y el menos lluvioso es septiembre (21,3 mm), aunque no existe una marcada estacionalidad del régimen de lluvias. La temperatura media mensual más alta es en enero (10,7 ° C) y la menor en julio (1,1° C). Los mayores caudales se registran en el mes de diciembre (INA, 2005), como consecuencia del aporte nieve que constituye la fuente principal de recar-



Foto 5. Perfil del suelo en el área de estudio.

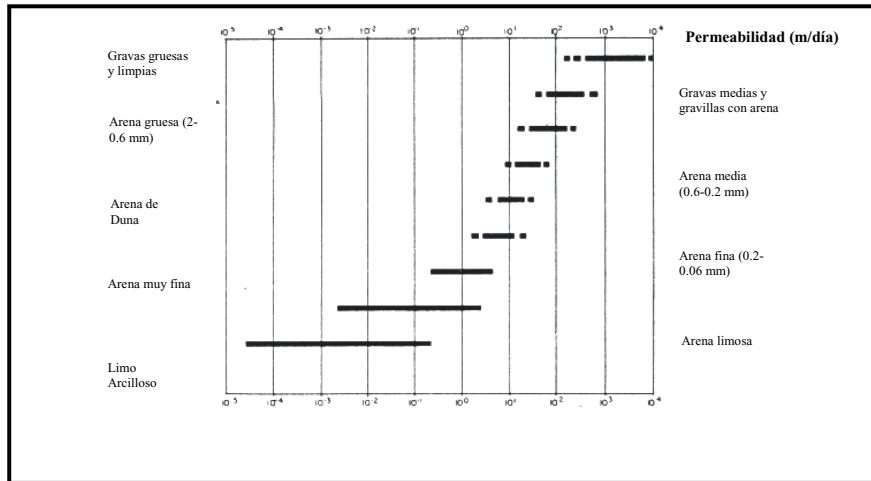


Figura 2. Relación entre la composición granulométrica y la permeabilidad (según datos de Breddin, 1963).

ga en este sistema hidrológico. De esta manera, los resultados obtenidos representarían a un período de bajo régimen hídrico con recarga pluvial.

Para realizar el trabajo hidrogeológico se efectuó el muestreo de agua subterránea en 16 pozos para el acuífero semiconfinado y en 5 pozos para el acuífero libre, se midieron los niveles en los 21 pozos. Se recolectaron, además, 13 muestras de agua superficial.

Las muestras se analizaron según técnicas estándar obteniéndose características organolépticas (olor, sabor, etc.), físico-químicas (Temperatura, pH, conductividad, sólidos en suspensión, turbidez), características químicas: *elementos mayoritarios* (Na, Ca, Mg, HCO₃, SO₄, Cl⁻ y SiO₂), *elementos minoritarios* (K, Fe, CO₃, NO₃, NO₂, NH₄, F⁻) y *oligoelementos* (PO₄, S⁻), características biológicas (bacterias) y metales pesados (Al⁺, As, Cd, Cianuro, Zn⁺⁺, Cu, Cr⁴-Cr², Ag, Pb⁺⁺).

Los datos fueron procesados con el programa SURFER 8 para obtener mapas de isocontenidos, isofreáticas e isopiezométricas y mediante el programa ISOQUÍMICA para producir los diagramas de Piper y Stiff. Además, se calcularon los gradientes para ambos acuíferos y se estimó la permeabilidad del suelo a partir de la tabla Breddin (1963).

RESULTADOS

ACUÍFERO LIBRE

Para el estudio del acuífero libre se construyeron 5 pozos distribuidos en el área del

predio donde se ubicará la futura Central Termoeléctrica (ver fig. 1) y se tomó una muestra para evaluar la calidad del agua en el pozo central 3 (foto 6).

Es importante señalar que el nivel freático se encuentra a 1,87 m promedio de profundidad y está contenido en materiales altamente permeables.



Foto 6. Freatímetro ubicado en el área del predio.

La red de flujo subterránea para los niveles freáticos de la cuenca del río Turbio muestra que el sentido regional del escurrimiento es OSO a ENE coincidiendo con el escurrimiento superficial (figura 3 a y b), manifestándose así el carácter efluente del río para este sector de la planicie. Los niveles estáticos para los pozos 1 y 5 oscilan entre -1,83 m y -2,65 m con cota de 240 m s.n.m. El pozo 3 tiene un nivel de -2,63 m y los pozos 2 y 4 presentan niveles de -0,93 m y -1,32 m respectivamente a una cota de 230 m s.n.m.

Los mayores gradientes se observan en el sector sudeste, con valores del orden de 0,052, los que descienden en la zona central a 0,022 y a 0,031 en el norte.

En carácter informativo, se analizó una muestra en el laboratorio para conocer la calidad del agua. Se señalarán sólo las concentraciones anómalas de los distintos cationes y aniones.

Características organolépticas

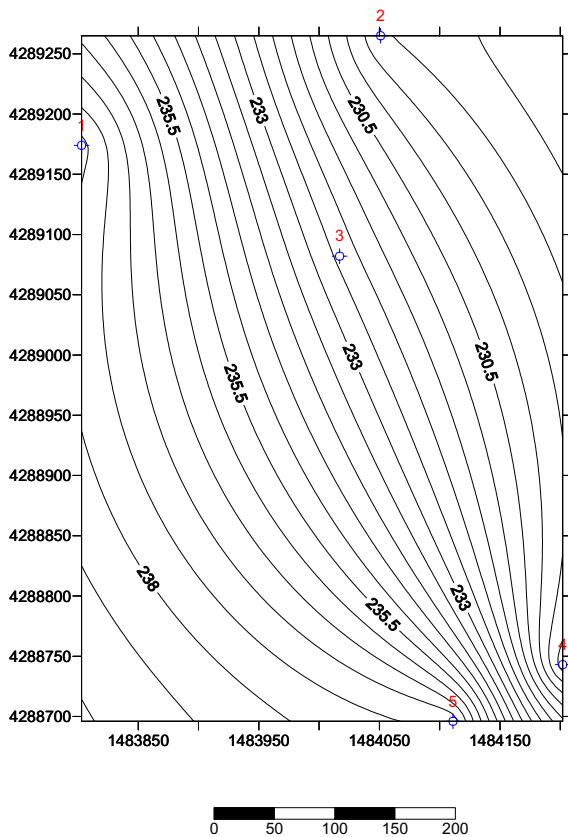
Olor: No contiene

Sedimento: Regular

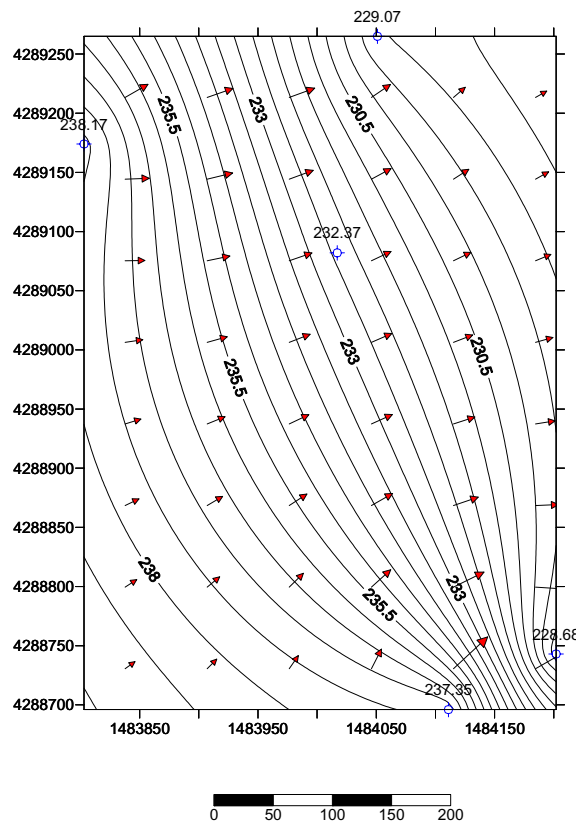
Características físico-químicas

Conductividad

Las tendencias de evolución hidroquímica para los parámetros de conductividad muestran una secuencia inversa a la dirección de flujo. Los valores de conductividades oscilan entre 393 $\mu\text{S}/\text{cm}$ y 557 $\mu\text{S}/\text{cm}$, mientras que en el caso de las aguas superficiales que coinciden espacialmente, varían entre 300-306 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Comparando estas cifras es posible advertir que los valores de conductividad en aguas superficiales son menores que en aguas subterráneas lo que puede definirse como un área de recarga. La mayor salinidad se registró en el pozo central (P3) (figura 4).



REFERENCIA
 ○ Ubicación de Freatímetros



REFERENCIA
 → Filetes de Flujos

Figura 3. a) Ubicación de freáticos. b) Red de flujo subterráneo.

Pozo n°	Conductividad
1	466
2	451
3	557
4	393
5	500

pH

El pH del agua subterránea es alcalino con valores que oscilan entre 7,7-8,3 (Figura 5).

Pozo n°	PH
1	8,3
2	7,9
3	7,7
4	8
5	8,2

Temperatura

Las aguas subterráneas tienen una temperatura muy poco variable, generalmente responden a la media anual de la temperatura atmosférica. Los rangos medidos *in situ* oscilan entre 10-11,5 °C.

Turbidez

La turbidez mide el contenido de materias coloidales y la materia en suspensión muy fina en el agua. Dicho parámetro se evalúa de acuerdo al contenido en SiO₂. El código Alimentario Argentino (CAA) establece hasta 3 NTU de turbiedad para agua potable (1NTU=7,5 ppm SiO₂).

La concentración de SiO₂ para esta muestra es de 20,12 mg/l y la turbidez es 27 mg/l. Las equivalencias son:

SiO ₂	NTU
20,20 mg/l=20,20 ppm	2,69

Según el CAA esta muestra no supera el límite máximo de potabilidad.

Dureza total (CaCO₃)

La dureza del agua está determinada por la concentración de carbonatos en el agua.

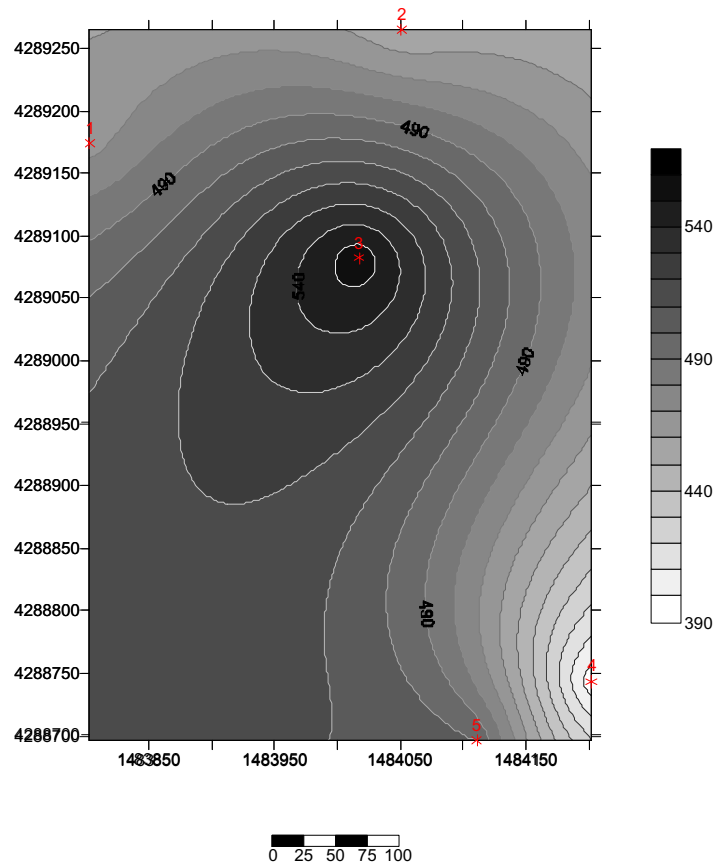


Figura 4. Mapa de conductividad del acuífero libre.

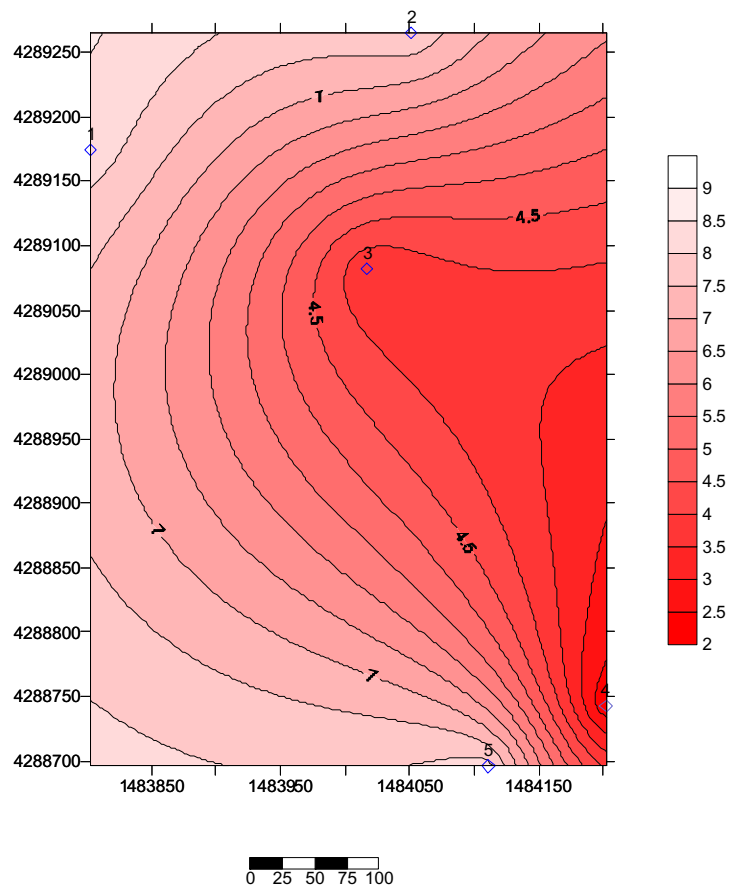


Figura 5. Evolución del pH para el acuífero libre.

La potabilidad del agua está en 200 mg/l según el Código Alimentario Argentino.

El análisis de la dureza total para la muestra arrojó un valor de 226 mg/l, lo que le da el carácter de *dura*. Un agua dura es incrustante, producen gran consumo de jabón y dificultan la cocción de alimentos.

Características químicas

En el anexo Análisis químicos se presentan los análisis físicoquímicos realizados en el laboratorio de Servicios Públicos Sociedad del Estado para la muestra n° 3 ubicada en el predio. Se efectuó el balance de aniones y cationes para evaluar el error acumulado del análisis en el laboratorio:

$$\text{Error(\%)} = 200 * (\text{rCat} - \text{rAn}) / (\text{rCat} + \text{rAn}) =$$

$$\text{Error(\%)} = 33,37$$

De acuerdo con el valor de conductividad = 234 $\mu\text{S}/\text{cm}$, el error admisible no debe superar el 10% por lo tanto se recomienda hacer nuevos análisis.

Esta muestra fue clasificada a partir de los diagramas triangulares de Piper y diagrama de Schoeller. La figura 6 (a,b,c) representa la ubicación de la muestra en ambos diagramas, marcando una composición sulfatada cálcica.

Aniones y cationes

Se compararon los valores de concentraciones de la muestra de acuerdo a las Normas de Potabilidad del Código Alimentario Argentino (CAA) y existen valores anómalos en el contenido de NH_4 y F^- .

Amoniaco (NH_4)

Es oxidado con gran facilidad a N_2 , NO_3 o NO_2 y son fácilmente retenidos por el terreno por cambio de bases. Se hidrolizan pasando a $\text{NH}_3 + \text{H}^+$.

Un agua con concentraciones altas de NH_4 puede llegar a dar olor amoniacal y suele ser un índice de contaminación. Sin embargo en el momento en el que se tomó la muestra no se percibieron olores.

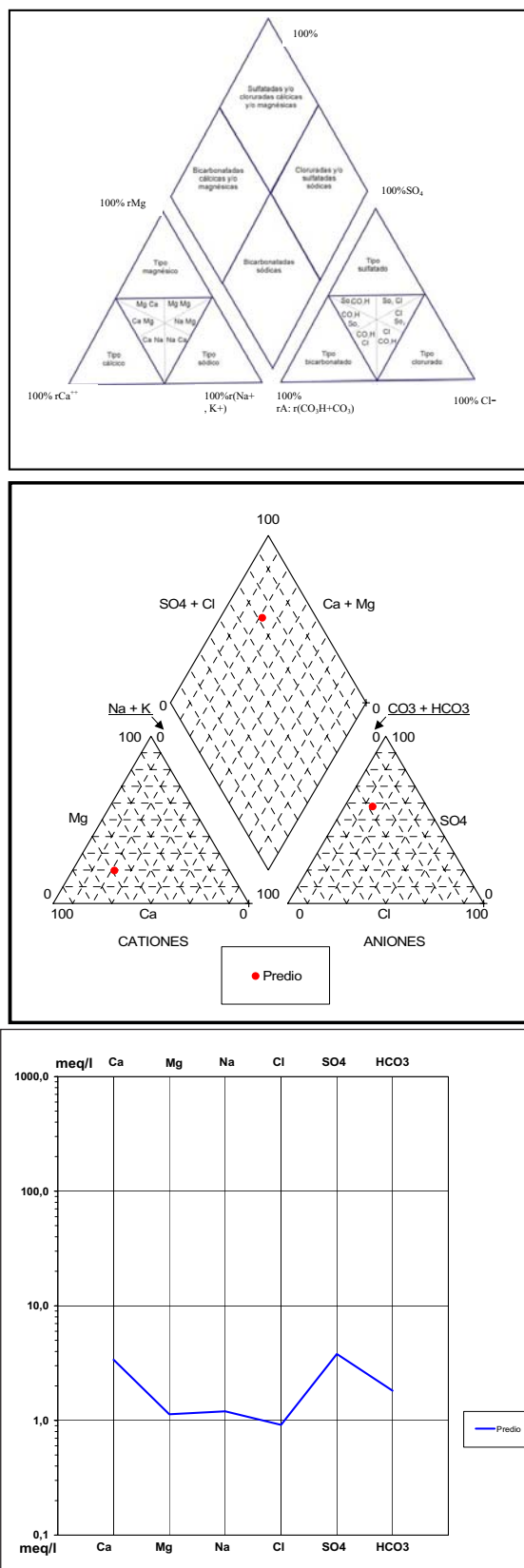


Figura 6. a) Tipos de aguas deducidas de un diagrama triangular de Piper. b) Ubicación de la muestra en el diagrama de Piper. c) Ubicación de la muestra en el diagrama de Schoeller.

Límite de potabilidad (CAA)- NH_4	Muestra (25/03/2006)
0,20 mg/l	0,69 mg/l

Flúor (F⁻)

El flúor tiene una solubilidad limitada y contribuye ligeramente a la alcalinidad del agua pues se hidroliza ligeramente. Los valores obtenidos son:

Límite de potabilidad (CAA)- F ⁻	Muestra (25/03/2006)
0,7-1,2 mg/l	0,28 mg/l

El bajo contenido en F⁻ puede estar dado por la presencia de Ca⁺ ya que limita la concentración del flúor.

Este anión juega un papel importante en la dentadura, creando problemas cuando está en exceso como por defecto.

ACUÍFERO SEMICONFINADO

Para el estudio del acuífero semiconfinado se relevaron 16 pozos pertenecientes a SP distribuidos en las localidades de Río Turbio y 28 de Noviembre (foto 7). Los pozos (P_{sub} 7, P_{sub} 8, P_{sub} 9, P_{sub} 10, P_{sub} 11, P_{sub} 13, P_{sub} 14, P_{sub} 15 y P_{sub} 16) ubicados en Río Turbio están en el sector denominado Vega San José, aguas arriba y abajo del dique sobre el arroyo San José. Las profundidades informadas por SP varían entre 34 y

40 m con un distanciamiento de 300 metros. Los niveles estáticos oscilan entre -2.9 y -7.4 m y los niveles dinámicos se encuentran entre -6,2 y -21,4 metros.

Los pozos (P_{sub} 1, P_{sub} 2, P_{sub} 3, P_{sub} 4 y P_{sub} 12) están ubicados sobre el arroyo Primavera con profundidades informadas no superiores a 40 metros.

Según estudios geofísicos elaborados por el INA (2005), a lo largo del eje del valle se registró el relleno aluvial cuaternario entre los 30 y 55 m de profundidad, esto confirmaría que los pozos medidos toman agua del mismo acuífero además de tener similares características químicas, según comunicación personal de los agentes de SP. Se evaluaron dos pozos en el área del matadero P_{sub} 5 y P_{sub} 6 (figura 1) con profundidades medidas de 30 metros. Los niveles estáticos se encuentran entre los -4,4 y -9 m y los niveles dinámicos oscilan entre -11 y -27,1 metros.

Los caudales de los pozos varían entre 6 y 43,2 m³/h y están en continuo funcionamiento.

La red de flujo subterránea para los niveles piezométricos estáticos de la cuenca del río Turbio muestra que el sentido regional del escurrimiento es al sur hacia el arroyo San José (Figura 7 a).



Foto 7. Pozo de abastecimiento de agua perteneciente a Servicios Públicos Sociedad del Estado de la provincia de Santa Cruz.

En el sector noroeste donde se encuentra la batería de pozos P_{sub} 7, P_{sub} 8, P_{sub} 9, P_{sub} 10 y P_{sub} 11 que abastecen la localidad de Río Turbio, existe un cambio en el sentido del flujo. Esto puede estar condicionado tanto por el radio de influencia como por el caudal de extracción (30 m³/h y 26 m³/h para los pozos P_{sub} 9 y P_{sub} 10 respectivamente). Una situación similar se evidencia en los pozos P_{sub} 14 y P_{sub} 16, con caudales de extracción de 28 m³/h y 43,2 m³/h respectivamente.

Además, se construyó la red de flujo para los niveles piezométricos dinámicos (Figura 7 b) en la que se observó que la dirección de flujo es coincidente con la red de los niveles estáticos, existiendo cambios locales en el sector norte donde está el pozo 2 influenciado quizás por la cercanía de los pozos P_{sub} 3 y P_{sub} 4.

Los mayores gradientes se advierten en el sector ESE, con valores del orden de 0,0098 descendiendo en la zona central a 0,0029 y a 0,0086 en el NO.

La red de flujo refleja un comportamiento efluente del río en este sector de la planicie para esta época del año.

Se analizaron 4 muestras en el laboratorio para evaluar la calidad del agua del acuífero semiconfinado: P_{sub} 1, P_{sub} 4, P_{sub} 12 y Cisterna Agua Julia Dufour (JD). Se señalará sólo las concentraciones anómalas de los distintos cationes y aniones.

Características organolépticas

Olor

Muestras	Características
P _{sub} 1	No contiene
P _{sub} 4	Leve
P _{sub} 12	Leve
JD	No contiene

Sedimento

Muestras	Características
P _{sub} 1	Escasos
P _{sub} 4	Escasos
P _{sub} 12	Escasos
JD	No contiene

Pozo n°	Cota Nivel Estático (m)
P _{sub} 1	262,6
P _{sub} 5	251
P _{sub} 6	261,9
P _{sub} 7	268,05
P _{sub} 8	272,1
P _{sub} 9	268
P _{sub} 10	267,6
P _{sub} 11	269
P _{sub} 13	257,85
P _{sub} 14	255,4
P _{sub} 15	256,8
P _{sub} 16	255,9

Pozo n°	Cota Nivel Dinámico (m)
P _{sub} 1	254
P _{sub} 2	274
P _{sub} 3	267,5
P _{sub} 4	255,4
P _{sub} 5	249
P _{sub} 7	254,35
P _{sub} 8	259,1
P _{sub} 9	255
P _{sub} 10	253,6
P _{sub} 11	247
P _{sub} 12	244,24
P _{sub} 13	246,55
P _{sub} 14	245,55
P _{sub} 15	242,45
P _{sub} 16	250,05

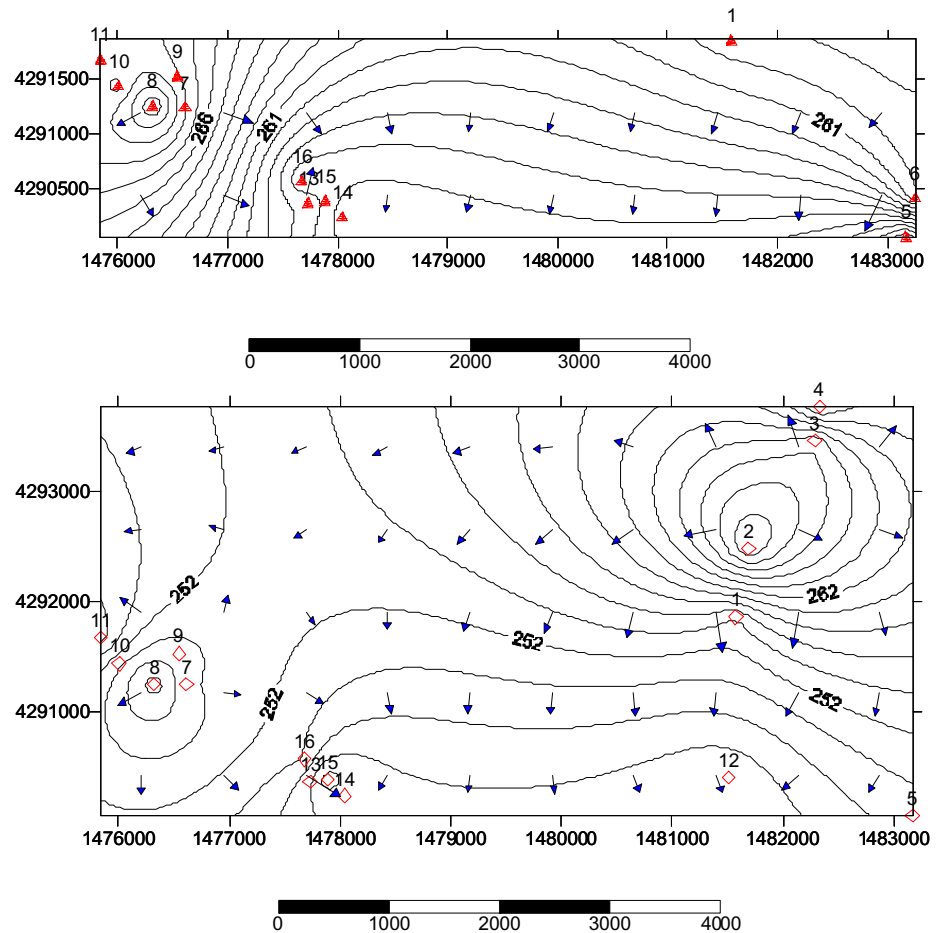


Figura 7. a) Red de flujo para los niveles piezométricos estáticos. b) Red de flujo para los niveles piezométricos dinámicos.

Características físico-químicas

Conductividad

La evolución de los valores de conductividad (medidos solo en los pozos ubicados en el arroyo Primavera) (Figura 8) indica una tendencia a aumentar hacia el ESE con dirección al río y a los pozos 5 y 6 que pertenecen al sector del matadero. Es importante señalar que el chorrillo que pasa por el lugar del matadero, recibe los desechos del frigorífico. Los valores se encuentran en el orden de 193 a 396 $\mu\text{S}/\text{cm}$. La conductividad del arroyo en ese sector es de 122,3 $\mu\text{S}/\text{cm}$, la relación es: agua superficiales < aguas subterránea, lo que confirmaría un área de recarga.

Pozo n°	Conductividad
P _{sub} 1	234
P _{sub} 2	193
P _{sub} 3	321
P _{sub} 4	302
P _{sub} 5	396
P _{sub} 6	390

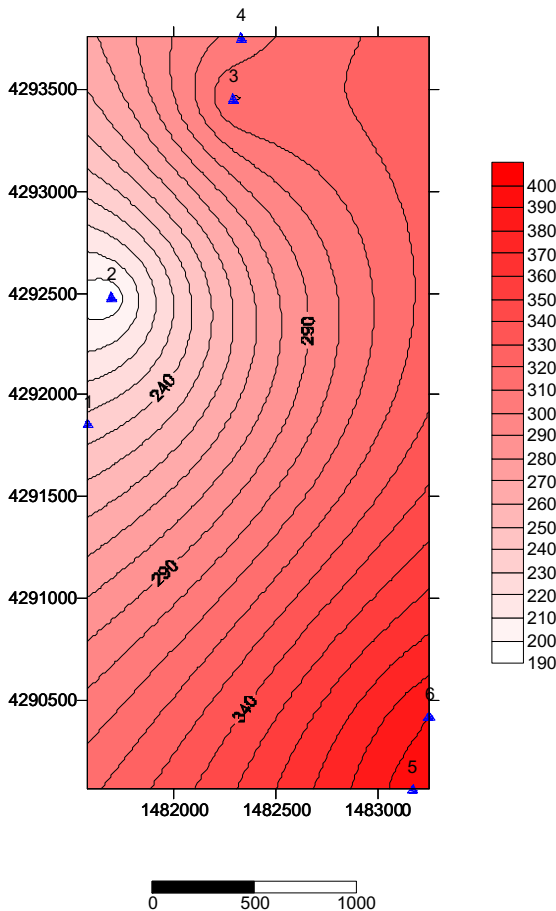


Figura 8. Evolución de la conductividad en el acuífero semiconfinado.

pH

El pH del agua subterránea revela un aumento de acidez hacia los pozos 5 y 6, los valores oscilan entre 6,2-7,2 (Figura 9).

Pozo n°	PH
P _{sub} 1	7
P _{sub} 2	7
P _{sub} 3	7
P _{sub} 4	7,2
P _{sub} 5	6,4
P _{sub} 6	6,2

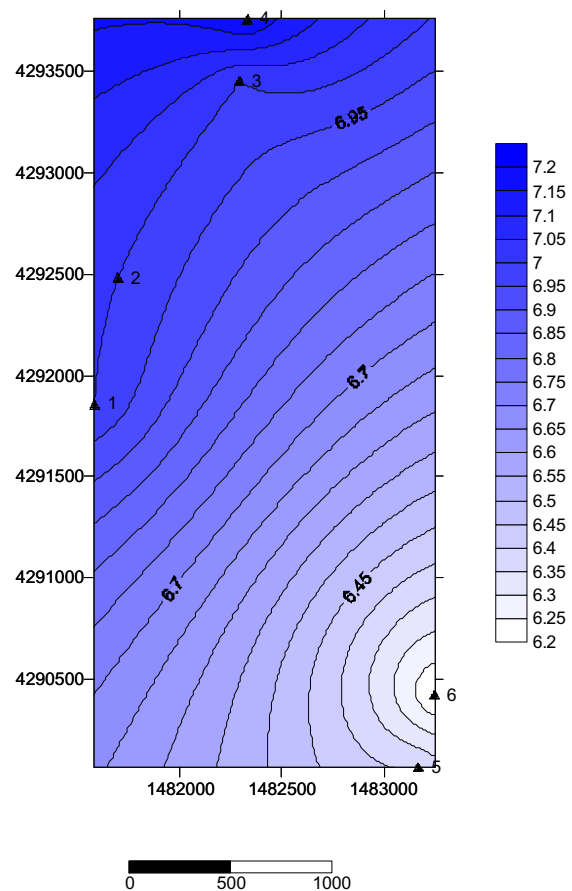


Figura 9. Evolución del pH en el acuífero semiconfinado.

Temperatura

Los rangos medidos *in situ* oscilan entre 8,5-10,5 °C.

Turbidez

La concentración de SiO_2 y el valor medido de turbidez para las muestras son:

Muestras	Turbidez (mg/l)	SiO ₂ (mg/l)	NTU
P _{sub} 1	0.40	18.71	2,49
P _{sub} 4	1	16.71	2,22
P _{sub} 12	0.80	15.52	2,06
JD	0.40	9.86	1,31

El código Alimentario Argentino (CAA) establece hasta 3 NTU de turbiedad para agua potable (1NTU=7,5 ppm SiO₂).

Todas las muestras tienen valores dentro del límite de la potabilidad.

Dureza total (CaCO₃)

El análisis de la dureza total arrojó valores admisibles a excepción de la muestra P_{sub}12 que tiene un valor de 225,6 mg/l, lo que le da el carácter de dura.

Características químicas

En el anexo Análisis químicos se exponen los análisis físico-químicos efectuados en el laboratorio de Servicios Públicos Sociedad del Estado. Se realizó el balance de aniones y cationes para evaluar el error acumulado del análisis en el laboratorio:

$$\text{Error(\%)} = 200 * (\text{rCat} - \text{rAn}) / (\text{rCat} + \text{rAn})$$

De acuerdo con el valor de conductividad, el error admisible no debe superar el 10%, en algunas muestras superan este porcentaje, por lo tanto esta información se debe supervisar con nuevas mediciones.

Las muestras fueron clasificadas a partir de los diagramas triangulares de Piper y diagrama de Schoeller. La figura 10 representa la ubicación de las muestras en ambos diagramas, marcando una composición de:

Muestras	Piper	Schoeller
P _{sub} 1	Bicarbonatada cálcica y/o magnésica	Bicarbonatada magnésica
P _{sub} 4	Sulfatada y/o bicarb. cálcica	Sulfatada cálcica
P _{sub} 12	Bicarbonatada Ca/Mg	Bicarbonatada magnésica
JD	Bicarbonatada sódica	Bicarbonatada sódica

Aniones y cationes

Se compararon los valores de concentraciones de la muestra de acuerdo a las Nor-

mas de Potabilidad del Código Alimentario Argentino (CAA) y existen valores anómalos en el contenido de NH₄⁺, Fe y F⁻.

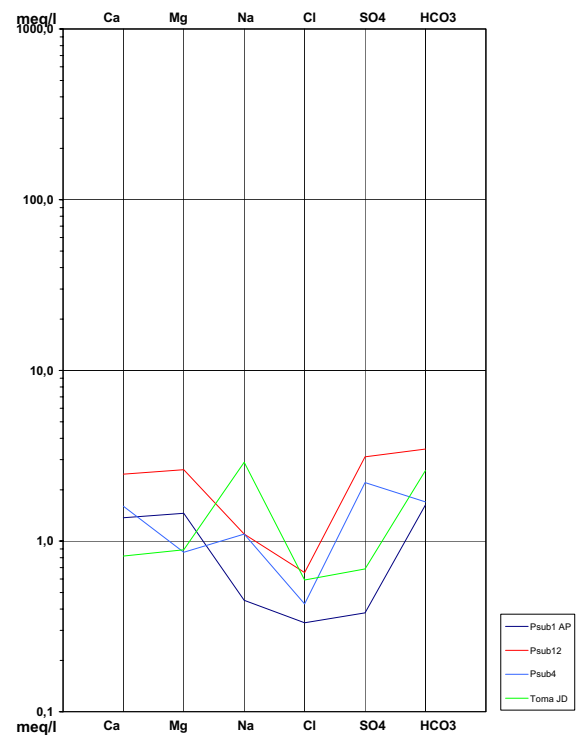
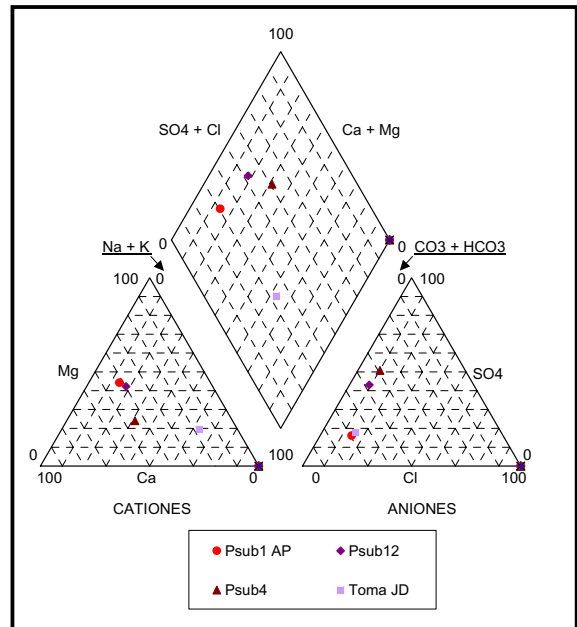


Figura 10. a) Ubicación de las muestras en el diagrama de Piper. b) Ubicación de las muestras en el diagrama de Schoeller.

Amoníaco (NH₄)

En la siguiente tabla se indican los valores de potabilidad y los de las muestras P_{sub}12 y P_{sub}4 con valores superiores al límite de potabilidad:

Límite de potabilidad (CAA)- NH ₄	P _{sub} 4(25/03/2006) NH ₄	P _{sub} 12(25/03/2006) NH ₄
0,20 mg/l	0,39 mg/l	0,41 mg/l

No se percibió olor.

Flúor (F⁻)

Los valores obtenidos son:

Límite de potabilidad (CAA)- F ⁻	P _{sub} 1 (25/03/2006)	P _{sub} 12 (25/03/2006)	JD (25/03/2006)
0,7-1,2 mg/l	0,395 mg/l	0,59 mg/l	0,55 mg/l

Las muestras evidencian un bajo contenido en flúor.

VULNERABILIDAD

La vulnerabilidad de un acuífero es el grado de protección natural frente a la contaminación (Auge, 1995) y es función inversa de la profundidad de yacencia y directa de la permeabilidad vertical (K) de la zona subsaturada en el caso de acuíferos libres. Para los semiconfinados depende de la aislación que le brinden sus acuitardos.

Para el estudio de vulnerabilidad del acuífero libre se utilizó el método EK_v. Éste es un método semicuantitativo para determinar la vulnerabilidad relativa de los acuíferos libres empleando dos variables (la permeabilidad vertical y el espesor de la zona subsaturada). A estos parámetros se les asignan un índice con valores de 1 (mayor protección) al 5 (menor protección), el resultado de la suma de éstos tendrá valores entre 2 (menor vulnerabilidad) y 10 (mayor vulnerabilidad) que permiten su clasificación en 3 grupos:

e+Kv de 2 a 4 (grupo I-vulnerabilidad baja)
e+Kv de 5 a 7 (grupo II-vulnerabilidad media)
e+Kv de 8 a 10 (grupo III-vulnerabilidad alta)

Considerando los valores obtenidos para el área de estudio:

- Espesor de la zona subsaturada(e): 1,87 m promedio (nivel freático).
- Permeabilidad vertical (Kv): 10⁻¹-10³ m/día.
Según el método:
e < 5 m= índice 5
Kv (50-500 m/d)= índice 5
e+Kv=10

Este valor se ubica en el Grupo III-vulnerabilidad alta.

CONSIDERACIONES GENERALES

Se determinó que la zona de estudio se comporta como área de recarga ya que está ubicada en terrazas fluviales con materiales de bloques, gravas y arenas moderadamente bien seleccionados y limos en sectores cercanos al río. La relación de conductividad es aguas superficiales < aguas subterráneas. Además, durante el relevamiento en el campo, el arroyo San José presentaba tramos indefinidos como consecuencia de la infiltración del agua hacia el subsuelo. En ese sector de la vega el arroyo San José confluye con el arroyo Santa Flavia y con los efluentes cloacales formando una gran zona de mezcla en un suelo altamente permeable.

Los valores de permeabilidad se encuentran entre 10¹-10³ m /día, según la tabla de Verdín (1963) son materiales con alta permeabilidad.

La red de flujo tendría un comportamiento efluente para este período del año con fuente de recarga pluvial y aportes de arroyos principales y secundarios.

De acuerdo con la muestra tomada en el predio para el acuífero libre, la composición del agua es sulfatada cálcica y para el acuífero semiconfinado la composición es bicarbonatada magnésica, bicarbonatada sódica y sulfatada cálcica, quizás en algunos pozos existiría mezcla del agua del acuífero sobreyacente.

El pH del medio en términos generales es ligeramente ácido a alcalino, con valores entre 6,2-8,3.

La temperatura responde a la media del medio ambiente (10,7°C) aproximadamente.

Los valores de turbidez no exceden los límites establecidos por las normas del Código Alimentario Argentino.

Las características químicas, muestran algunas anomalía en el contenido de NH_4 y bajo contenido en F^- .

Es importante señalar que:

El relleno aluvial moderno contiene a ambos acuíferos y tiene una gran heterogeneidad en sentido vertical y horizontal con altos valores de permeabilidad. Además se observan sectores en que no hay un aislamiento definido para el acuífero semiconfinado, generando una relación directa entre los niveles freáticos y piezométricos. El nivel freático, en la zona de estudio, se encuentra a 1,87 m promedio de profundidad, muy cercano a la superficie. Esto se debería tener en cuenta para tener un control de derrames de posibles lixiviados en el tiempo futuro.

Los estudios se hicieron en la estación de otoño, en el que no existe un gran aporte de agua por deshielo pero es el mes más lluvioso del año. Se recomienda realizar nuevas investigaciones para el período estival (deshielo) para tener una mayor representatividad del régimen hídrico de la zona.

Es importante determinar si cambia el comportamiento del río con respecto al agua subterránea en períodos de mayor caudal.

Los análisis químicos se efectuaron en el laboratorio de Servicios Públicos Sociedad del Estado de la provincia de Santa Cruz. Algunas muestras superan el error admisible en el laboratorio, se recomienda realizar nuevos monitoreos.

Existen valores de NH_4 que superan los admitidos por el CAA, este componente en el agua puede ser un índice de contaminación. El contenido en fluor es bajo en algunos pozos de toma de agua, se recomienda

evaluar la concentración de este componente.

BIBLIOGRAFÍA

- Agua superficial y subterránea. PASMA II. Tarea 3. Segundo Proyecto de Asistencia Técnica para el Desarrollo del Sector Minero Argentino.
- Auge, M., 2004. Hidrogeología Ambiental. Servicio Geológico Minero Argentino. Serie Contribuciones Técnicas, ORDENAMIENTO TERRITORIAL N° 5. Buenos Aires.
- Bredden, 1963. En Custodio y Llamas, 1996. Tomo 2:1447-1460.
- Custodio, E. y M. Llamas, 1996. Hidrogeología Subterránea. Tomo 1: 1038. Segunda Edición. Barcelona.
- Custodio, E. y M. Llamas, 1996. Hidrogeología Subterránea. Tomo 2. Segunda Edición. Barcelona
- Estudio de la Sedimentación de las Descargas de la Planta de Y.C.R.T. en el Río Turbio, 1999. Instituto Nacional del Agua.
- Gianni, N.R., 2005. Relevamiento Geofísico en el Valle del Río Turbio. Yacimiento Carbonífero Río Turbio. Provincia de Santa Cruz. Instituto Nacional del Agua.
- Gil, M. y M. Harvey, 1995. Evaluación de la contaminación por metales en sedimentos y materiales en suspensión de la cuenca Turbio-Gallegos. Fundación Patagonia Natural, Centro Nacional Patagónico.
- Mapa Hidrogeológico, 1995. Zona Sur. Provincia de Santa Cruz.. Consejo Federal de Inversiones.
- Nicolli, H. y M. Merino, M., 1993 Caracterización geoquímica de las aguas de las cuencas de los ríos Turbio y Gallegos. Informe Final Consejo Federal de Inversiones. Provincia de Santa Cruz.
- Recursos hidráulicos superficiales, 1962. Tomo IV, Volumen 1, Capítulo 21: 423. Consejo Federal de Inversiones. Buenos Aires.

Vegetación y Fauna



VEGETACIÓN DEL ÁREA DE RÍO TURBIO

El Bosque Patagónico, Subantártico o Andino Patagónico, se extiende formando una estrecha franja sobre la cordillera, desde el norte de Neuquén hasta Tierra del Fuego e Isla de los Estados. El paisaje cordillerano, de relieve abrupto y escarpado, con picos nevados y valles glaciarios, alcanza alturas máximas que oscilan entre los 3000 m s.n.m. en la provincia de Neuquén hasta los 800, aproximadamente, en la provincia de Santa Cruz. Dentro de esta eco-región se diferencian tres subregiones: Bosques septentrionales, Bosques meridionales e insulares y Altoandina. La formación vegetal dominante es el bosque templado húmedo, semidesiduo, es decir, con especies caducifolias y perennifolias. Tanto la estructura del bosque como su composición florística varía con la altitud, con la exposición de las laderas y con la latitud.

La vegetación del área de Río Turbio está dentro del Dominio Andino Patagónico, que limita hacia el este con la Provincia Patagónica formando un ecotono. Dentro de este Dominio se distinguen dos provincias fitogeográficas, la Provincia Insular, carente de árboles, y la Provincia Subantártica, caracterizada por los bosques de *Nothofagus* (Cabrera, 1976). Asimismo, dentro de la Provincia Subantártica se diferencian cuatro distritos fitogeográficos, cada uno de ellos con particularidades en cuanto a las especies dominantes y endemismos, aunque con ecotonos muy progresivos.

El área de estudio está comprendida en el distrito Magallánico, que en la Argentina ocupa el SO de la provincia de Santa Cruz y se extiende hasta Tierra del Fuego. Esta subregión se caracteriza por la menor diversidad de especies. Las fisonomías predominantes son los bosques de lenga y una estepa gramínea de coirón fueguino, con arbustales de mata negra fueguina y arbustos rastreros de murtilla y mogote. En general, los bosques se asientan sobre laderas y cañadas, mientras que la estepa se desarrolla en relieves ondulados pertenecientes a terrazas de origen glacial, planicies glacifluviales y morenas. Los bajos, valles y cañadones más húmedos son ocupados por mallines.

Las fisonomías vegetales predominantes abarcan bosques, arbustales, estepas gramíneas y vegas, que pueden formar amplios mosaicos. La zona que abarca el presente trabajo, fuertemente antropizada en zonas de la-

boreos mineros y urbanizaciones, exhibe un deterioro de la cubierta vegetal. Existen numerosos sitios impactados por incendios forestales que han reemplazado los bosques originales por estepas herbáceas o arbustivas.

METODOLOGÍA

A partir del análisis de la imagen Aster, escala 1:20000, con el software ENVI 3.5, se identificaron unidades homogéneas que determinaron los principales componentes fisionómico estructurales de vegetación y uso urbano. En el control de campo se establecieron 21 puntos de observación (Fig. 1), donde se identificó tanto la unidad fisionómica correspondiente como las especies más conspicuas. En este muestreo fueron corroborados y corregidos los límites previamente delimitados en gabinete.

PRINCIPALES COMUNIDADES VEGETALES

En la zona de estudio se diferenciaron las siguientes fisonomías vegetales:

1- Bosque de lenga

Se desarrolla fundamentalmente sobre las laderas de la meseta Latorre, en la sierra Dorotea y en el sector occidental de las sierras que limitan con Chile, estableciéndose entre los 400 y 700 m s.n.m., aproximadamente. La especie dominante es *Nothofagus pumilio* (lenga), que puede formar bosques monoespecíficos o estar acompañada por un sotobosque pobre, que crece en claros y tiene algunas herbáceas aisladas de las especies *Osmorhiza chilensis* y *Galium aparine* (fotos 1 y 2). Los bosques de lenga en el área de estudio han sido alterados tanto por incendios forestales como por tala. En algunos sitios se observan mosaicos de bosque con estepas arbustivas o herbáceas (foto 3).

2- Matorral de ñire

El ñire (*Nothofagus antarcticus*) se caracteriza por tener una gran plasticidad y ocupar tanto ambientes xéricos como inundados, en laderas escarpadas o en las márgenes de ríos. Pueden estar acompañados por *Berberis buxifolia* y *Chiliotrichum diffusum*. Se encuen-

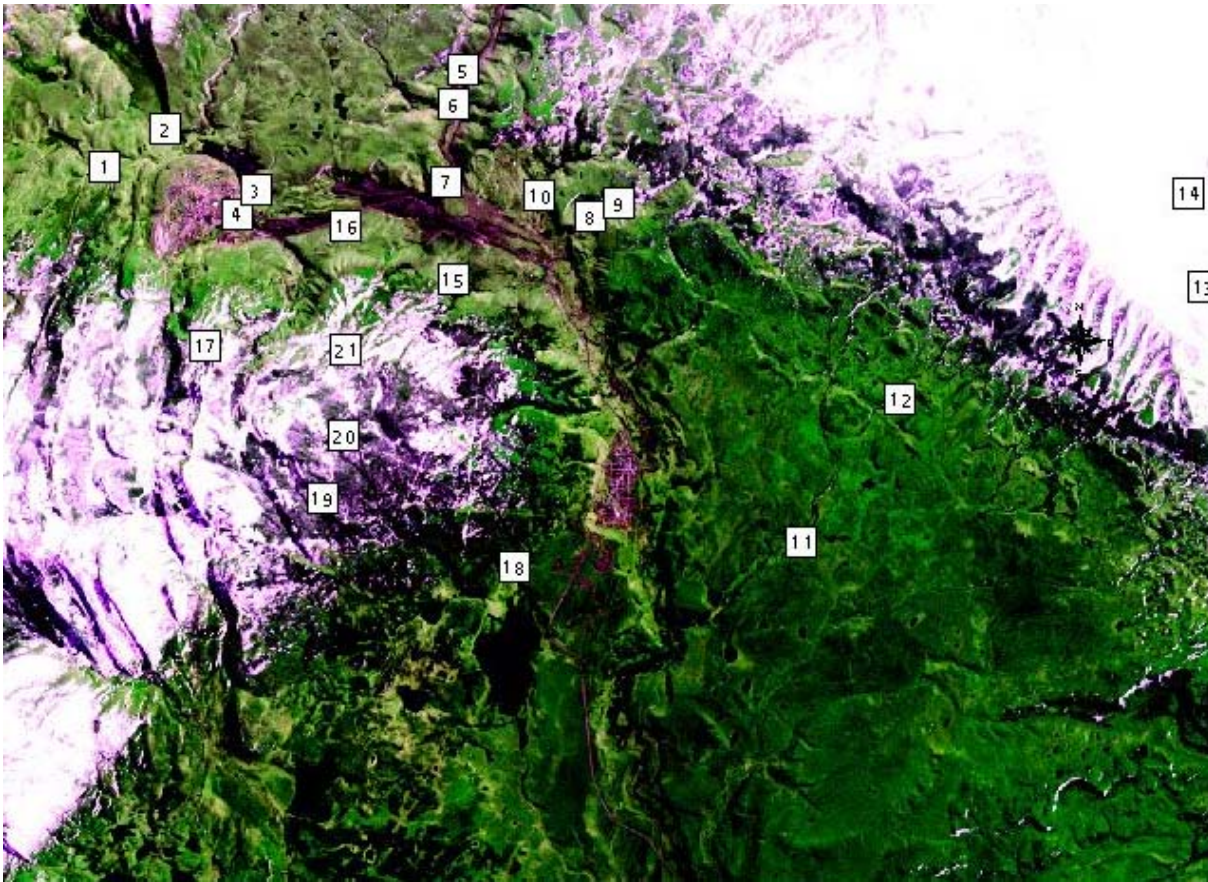


Figura 1. Se observan los sitios de muestreo de vegetación sobre la imagen Aster.

tra en laderas cercanas a la localidad de 28 de Noviembre y en espacios relictuales al este de la sierra Dorotea, formando montes y matorrales abiertos de escasa altura. La pobre representación de esta especie arbórea y su alto nivel de degradación, con individuos secos y ausencia de renovales determinó su clasificación como matorrales (foto 4). Es probable que muchos sitios, actualmente poblados con estepas herbáceas, hayan sido anteriormente bosques o bosquecillos de ñire (Ambrosetti y Méndez, 1983).

3- Estepa arbustiva con lenga

Esta unidad está representada por mosaicos de bosques y arbustales enanos. En los bosques, la especie preponderante es la lenga, mientras que en los sectores más altos, en general por encima de los 700 m s.n.m., comúnmente con suelos pedregosos, se desarrollan los murtillares, dominados por murtilla (*Empetrum rubrum*) que forma carpetas mullidas. En este ambiente también son frecuentes los mogotes (*Bolax gummifera*) y el calafate (*Berberis buxifolia*) (foto 5).

4- Estepa herbácea

Se forma en laderas soleadas y planicies onduladas, generalmente son tierras altas con suelo bien drenado, localmente denominadas «pampas». La especie dominante es el coirón fueguino (*Festuca gracillima*), acompañada por *Gamochaeta nivalis*, *Agropyron fuegianum*, *Deschampsia flexuosa* y *Rytidosperma virescens*, además de otras especies del género *Carex* (fotos 6 y 7). También puede presentar arbustos aislados de mata negra (*Chillio-trichum diffusum*).

5- Estepa arbustiva

Se establece sobre laderas pedregosas. Entre los arbustos se destaca la mata negra (*Junielia tridens*), que puede formar consociaciones o estar acompañada en menor medida por Calafate (*Berberis buxifolia*) en las zonas más húmedas (foto 8). Existen también extensas estepas subarbustivas dominadas por la murtilla (*Empetrum rubrum*), *Baccaris nivalis*, *Nassauvia glomerulosa*, *Azorella fuegianum*, *Nassauvia abreviata*, y *Perezia recurvata*. Los

sectores más altos de la sierra Dorotea y de la meseta Latorre son colonizados por mogote (*Bolax gummifera*).

6- Estepa herbácea arbustiva

Constituyen mosaicos de especies herbáceas y arbustivas codominantes. Las especies más conspicuas son *Festuca gracillima* y *Chilliotrichum diffusum*. Las especies arbustivas, de unos 70 cm de altura, muestran un dominio de mata negra (*Junielia tridens*), y forman complicados mosaicos con coironales (foto 9).

7- Humedales

Estos ecosistemas agrupan una variedad de condiciones en cuanto a la altitud y ubicación, aunque comparten su condición de ambientes hidromórficos. En estos sitios se establece una gran diversidad específica. Son hábitat importantes, desde el punto de vista de su conservación, por poseer funciones ecológicas irremplazables, como constituir sitios de alimentación, reproducción y nidificación de importantes comunidades de aves y ser fuente de alimentación para numerosas especies. Localmente llamados mallines, ocupan los fondos de de valles y cañadones, y exponen pequeños cursos de agua o anegamientos producidos por deshielo. También se desarrollan sobre las planicies de inundación del río Turbio y los arroyos San José, Primavera y Santa Flavia (foto 10).

Estos ecosistemas son ricos en biomasa y productividad (Collantes y Faggi 1991), y componen sitios de gran importancia en la economía ganadera. A esta unidad se la dividió en: a) Bajos y b) Pastizales, de acuerdo a la ubicación y especies dominantes.

a) Bajos

Existen en la zona numerosos bajos colonizados por comunidades de ciperáceas, gramíneas y herbáceas no graminiformes que crecen en los bordes. La cobertura es variable según el período de inundación debido a que estos ambientes son muy poco profundos y suelen secarse en el verano. Algunas de las especies presentes son *Deschampsia Antarctica* y *Juncus scheuchzerioides* (Collantes y Faggi, 1997). También se forman turberas en laderas,

en contacto con estepas herbáceas o bosques, donde la freática es superficial.

Pastizales

Los pastizales se desarrollan en los bordes de los cauces y planicies de inundación de ríos y arroyos. La especie dominante es *Festuca pallescens*, que puede estar acompañada por *Hordeum pubiflorum*, *Deschampsia caespitosa* y *Carex sp.* (foto 11). Se observan praderas de alta cobertura en las márgenes del río Turbio, con lagunas permanentes donde la especie más conspicua es *Hordeum lechleri* y *Senecio smithii*. Cuando el escurrimiento mantiforme es fuerte, el suelo exhibe diferentes grados de erosión.

8- Sucesión secundaria

Esta unidad corresponde a la sucesión ecológica que coloniza los sectores de bosques que han sufrido incendios (foto 12). No se han visualizado, en el chequeo de campo, renovales de lenga en sectores incendiados, en su lugar se hallan coironales o arbustales enanos. Es probable que las actividades ganaderas en combinación con los incendios (foto 13) favorezcan el crecimiento de especies herbáceas y no permitan el crecimiento de los renovales de lenga.

9- Antrópico

Son sitios ocupados por urbanizaciones o emprendimientos antrópicos, con escasa o nula vegetación.

En el cuadro 1 se observan las principales especies identificadas en la tarea de campo.

FAUNA

La fauna del área de estudio pertenece a la Región Neotropical del distrito Occidental de la Provincia Patagónica.

Si bien no se han realizado trabajos específicos para un relevamiento completo de la fauna actual, se han podido identificar numerosas especies de aves en el embalse del arroyo San José, entre las que se mencionan: *Podiceps gallardoi* (macá tobiano), *Phoeni-*

Ambiente	Nombre científico	Nombre común	Familia	Hábito	Origen
Bosque de lenga	<i>Nothofagus pumilio</i>	Lenga	Fagaceae	Árbol	Nativo
	<i>Osmorhiza chilensis</i>	Cacho de cabra	Apiaceae	Herbácea	Nativa
	<i>Galium aparine</i>	Pega pega	Rubiaceae	Herbácea	Exótica
Matorral de ñire	<i>Nothofagus antarcticus</i>)	Ñire	Fagaceae	Árbol	Nativa
	<i>Berberis buxifolia</i>	Calafate	Berberidaceae	Arbusto	Nativa
	<i>Chiliodotium diffusum</i>	Mata negra fueguina	Compuesta	Arbusto	Nativa
Estepa arbustiva con lenga	<i>Empetrum rubrum</i>	Murtilla	Empetraceae	Arbusto	Nativa
	<i>Bolax gummifera</i>	Mogote		Arbusto	Nativa
	<i>Berberis buxifolia</i>	Calafate	Berberidaceae	Arbusto	Nativa
Estepa herbácea	<i>Festuca gracillima</i>	Coirón fueguino	Poaceae	Herbácea	Nativa
	<i>Gamochaeta nivalis</i>		Compositae	Herbácea	Nativa
	<i>Agropyron fuegianum</i>		Compositae	Herbácea	Nativa
	<i>Deschampsia flexuosa</i>		Poaceae	Herbácea	Nativa
	<i>Rytidosperma virescens</i>		Poaceae	Herbácea	Nativa
	<i>Carex sp.</i> <i>Chiliodotium diffusum</i>	Carex Mata negra fueguina	Cyperaceae Compositae	Herbácea Arbusto	Nativa Nativa
Estepa arbustiva	<i>Junelia tridens</i>	Mata negra	Verbenaceae	Arbusto	Nativa
	<i>Berberis buxifolia</i>	Calafate	Berberidaceae	Arbusto	Nativa
	<i>Empetrum rubrum</i>	Murtilla	Empetraceae	Arbusto	Nativa
	<i>Baccaris nivalis</i>		Asteraceae	Herbácea	Nativa
	<i>Nassauvia glomerulosa</i>	Cola piche, uña de gato	Asteraceae	Arbusto	Nativa
	<i>Azorella fuegianum</i>		Apiaceae	Herbácea	Nativa
	<i>Nassauvia abbreviata</i>		Asteraceae	Arbusto	Nativa
	<i>Perezia recurvata</i> <i>Bolax gummifera</i>		Asteraceae	Herbácea Arbusto	Nativa Nativa
Bajos	<i>Deschampsia antarctica</i>		Poaceae	Herbácea	Nativa
	<i>Juncus scheuchzerioides</i>		Juncaceae	Herbácea	Nativa
Pastizales	<i>Festuca pallescens</i>	Coirón Blanco	Poaceae	Herbácea	Nativa
	<i>Hordeum pubiflorum</i>	Cola de zorro	Poaceae	Herbácea	Nativa
	<i>Deschampsia caespitosa</i>		Poaceae	Herbácea	Nativa
	<i>Carex sp.</i>		Cyperaceae	Herbácea	Nativa
	<i>Hordeum lechleri</i>	Cola de zorro	Poaceae	Herbácea	Nativa
	<i>Senecio smithii</i>	Hoja de paco	Asteraceae	Herbácea	Nativa

Cuadro 1. Especies identificadas en cada ambiente descrito en el trabajo de campo.

copterus chilensis (flamenco), *Chloephaga rubiceps* (cauquén cabeza rojiza) y *C. pieta* (cauquén común), además de numerosas gaviotas (*Lacus dominicanus*), ostreros (*Haematopus leucopodus*) y teros (*Vanellus chilensis*).

En las recorridas por los ambientes boscosos y esteparios se vieron maras (*Dolichotis patagonum*), zorros grises (*Pseudalopex griseus*) y liebres europeas (*Lepus europaeus*).

De acuerdo con la recopilación bibliográfica efectuada, se confeccionó una lista de especies inferidas conforme a los hábitats observados (cuadro 2)

A juzgar por las categorías determinadas por CITES (Convenio sobre Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres), varias de las especies mencionadas se encuentran en distintas categorías de peligro, como se observa en el cuadro 3

ESTADO ACTUAL DE LOS ECOSISTEMAS DEL ÁREA DE ESTUDIO

Como se señaló anteriormente, grandes extensiones de bosques de lenga han sido degradados, tanto por la deforestación como por incendios forestales. En los sitios de mayores pendientes, los procesos de erosión parecen ser irreversibles y se manifiestan con pérdida de la capa edáfica y la ausencia completa de vegetación. En síntesis, los incendios sucesivos y los procesos erosivos que desencadenan, acentuados por la instalación de actividades ganaderas, han determinado la desaparición de un alto porcentaje de la cobertura arbórea de la zona.

Ciertos estudios (Dimitri, 1972) demuestran que la regeneración de las comunidades boscosas demandaría alrededor de 100 años, tanto por los aspectos biológicos del crecimiento de la lenga como por el desarrollo de las complejas sucesiones que implica.

En el caso de las estepas, el sobrepastoreo también produjo una alta degradación, manifestada por la presencia de cárcavas y peladares. Algunos autores indican la existen-

cia de procesos de aridización del paisaje e invasión de las estepas hacia regiones más húmedas (Schlichter y Laclau, 1998; Vallerini, 1985).

Con respecto a los humedales, la amenaza principal es el sobrepastoreo, que también facilita la inserción de especies exóticas, la compactación y consecuente erosión del suelo.

Es evidente que al alterarse las comunidades vegetales también se produce el desplazamiento o modificación de la fauna. Además de la utilización de sitios naturales para el pastoreo, con la consecuente pérdida de fauna endémica, es necesario analizar otros efectos negativos, como la caza y la eliminación de especies que predan sobre el ganado. De este modo, se han mencionado (Albrieu *et al.*, 2004) casos de diseminación de carroña envenenada en los campos para combatir zorros y cóndores.

En cuanto a la invasión con especies alóctonas, además del ganado ovino, vacuno y equino, se han introducido ciervos (*Cerphus elaphus* y *Axis axis*) que desplazan al huemul, liebres europeas (*Lepus europaeus*) y conejos (*Oryctolagus cuniculus*), que compiten con la liebre patagónica o mara y truchas (se *Salmo trutta* y *Oncorhynchus mykiss*) que predan sobre las especies nativas, como por ejemplo las percas.

ÁREAS PROTEGIDAS

En este punto se analiza el Sistema de Áreas Protegidas de la provincia de Santa Cruz. Su composición y datos sobre fecha y marco de creación, asentamientos cercanos, ente administrador, y grado de control, se informan en cuadro 4, según datos de la provincia.

El Parque Provincial Punta Gruesa es el sitio de reserva más cercano al área de estudio. Su Ley de creación es la 2613/02 y la superficie es de 531 ha. Se trata de una reserva forestal, donde se observan sitios que han sido deforestados previamente. No se tienen datos acerca de su estado de conservación actual o planes de manejo.

AMBIENTE	CLASE	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN
BOSQUE	Mamíferos	<i>Hippocamelus bisulcus</i>	Huemul
		<i>Pudu pudu</i>	Pudu
	Aves	<i>Turdus falcklandii</i>	Zolzal patagónico
		<i>Campephitus magallanicus</i>	Carpintero patagónico
		<i>Pyrachichas albogulares</i>	Comesebo grande
		<i>Pteropchotos tamii</i>	Huet huet
		<i>Eugralla paradoxa</i>	Tapacola
		<i>Septhanoides galeritus</i>	Picaflor rubí
	<i>Aphastura Spinacauda</i>	Rayadito	
ESTEPAS	Mamíferos	<i>Dolichotis patagonum</i>	Mara
		<i>Pseudalopex culpaeus</i>	Zorro colorado
		<i>P. Griseus</i>	Zorro gris
		<i>Oncifelis geoffroyi</i>	Gato montés
		<i>Felis concolor</i>	Puma
		<i>Conepatus humboldtii</i>	Zorrino patagónico
		<i>Lama guanicoe</i>	Guanaco
		<i>Akodon xanthorinus</i>	Ratón
		<i>Akodon longipilis</i>	Ratón
		<i>ChaetophRACTUS villosus</i>	Peludo
		<i>Felis colocolo</i>	Gato del pajonal
		<i>Microcavia australis</i>	Cuis
		<i>Zaedyus pichiy</i>	Piche
	Aves	<i>Vultur gryphus</i>	Cóndor
		<i>Milvago chimango</i>	Chimango
		<i>Polyborus plancus</i>	Carancho
		<i>Falco peregrinus</i>	Halcón
		<i>Rhea pennata</i>	Ñandú petiso
		<i>Buho virginianus</i>	Buho
		<i>Buteo polysoma</i>	Aguilucho común
		<i>Curaeus curaeus</i>	Tordo patagónico
		<i>Eudromia elegans</i>	Martineta
	Reptiles	<i>Geochelone donosobarrosi</i>	Tortuga patagónica
HUMEDALES	Aves	<i>Phoenicopterus chilensis</i>	Flamenco
		<i>Cygnus melancoryphus</i>	Cisne de cuello negro
		<i>Podiceps gallardoi</i>	Macá tobiano
		<i>Tachyeres patachonicus</i>	Quetro volador
		<i>Chloephaga rubiceps</i>	Cauquén cabeza rojiza
		<i>C. pieta</i>	Cauquén común
		<i>Lacus dominicanus</i>	Gaviota
		<i>Haematopus leucopodus</i>	Ostrero austral
		<i>Vanellus chilensis</i>	Tero
		<i>Theristicus caudatus</i>	Bandurria
		<i>Anas georgica</i>	Pato maicero
		<i>Anas flavirostris</i>	Pato barcino
		<i>Anas platalea</i>	Pato cuchara
		<i>Phalacrocorax olivaceus</i>	Bigua
		<i>Coscorba coscorba</i>	Cisne blanco
<i>Phrygilus gavi</i>	Comesebo andino		

Cuadro 2. Listado de especies de fauna inferidas según los hábitat descriptos.

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	CLASE	CAUSA DE AMENAZA	CATEGORÍA CITES*
<i>Dolichotis patagonium</i>	Mara	Mamíferos	Modificación de hábitat y competencia con especie introducida (liebre europea).	I
<i>Lama guanicoide</i>	Guanaco		Modificación de hábitat, cacería y actividades ganaderas	II
<i>Oncifelis geoffroyi</i>	Gato montés		Cacería	I
<i>Peçseudalopex griseus</i>	Zorro gris		Cacería	II
<i>Pudu Pudu</i>	Pudú		Modificación de hábitat y cacería	I
<i>Puma concolor</i>	Puma		Modificación de hábitat y cacería	I
<i>Chloephaga rubidiceps</i>	Cauquén	Aves	Modificación de hábitats	
<i>Falco peregrinus</i>	Halcón		Modificación de hábitat	I
<i>Milvago chimango</i>	Chimango		Modificación de hábitat	II
<i>Phoenicopterus chilensis</i>	Flamenco		Modificación de hábitat	II
<i>Podiceps gallardoi</i>	Macá tobiano		Modificación de hábitat	I
<i>Rhea pennata</i>	Choique		Cacería	I
<i>Vultur gryphus</i>	Cóndor		Modificación de hábitat	I
<i>Geochelone donosobarrosi</i>	Tortuga patagónica		Modificación de hábitat y captura para comercialización	II

Cuadro 3. Categorías CITES para las especies de fauna del área de estudio.

*Categorías CITES:

- I: Especies con mayor riesgo de extinción, están amenazadas y se prohíbe el comercio internacional, excepto en condiciones excepcionales.
- II: Especies que actualmente no están amenazadas de extinción, pero que podrían llegar a estarlo a menos que se controle estrictamente su comercio.

ÁREA	CATEGORÍA	AÑO DE CREACIÓN	SUPERFICIE (has) // UBICACIÓN	NORMATIVA	Objetivos
Cabo Vírgenes	Reserva Provincial Manejo: Dirección de Fauna Silvestre del Consejo Agrario Provincial	1986	1.230 Latitud 52° 22'00'' S Longitud: 68° 23'00'' O	Ley N° 1806/86	Protección de la colonia de Pingüino de Magallanes.
Península San Julián	Reserva Provincial Manejo: Dirección de Fauna Silvestre dependiente del C.A.P.	1986	10,4 49° 15'00'' hasta 49° 26'00'' Latitud S y desde 67°46'00" hasta 67° 36'00" de Longitud O	Ley N° 1821/86	Conservación y manejo de fauna y ambientes. Interés científico y turístico.
Ría Deseado	Reserva Provincial Manejo: Dir. Recursos Renovables Acuáticos-Subsecretaría de Intereses Marítimos	1977	10,0 Latitud 47°46' S Longitud 65°58'O	Decreto 1561/77	Reserva Natural Intangible. Conservación humedales (RAMSAR), biodiversidad y ecosistemas.
Península Magallanes	Reserva Provincial	1993	39.800	Ley N° 2316/93	Conservar el equilibrio ecológico. Manejo sustentable de los recursos naturales
San Lorenzo	Reserva Provincial	1993	24.000	Ley N° 2334/93	Sin datos
Isla Pingüinos	Reserva Provincial Manejo: Dir. de Fauna Silvestre - Consejo Agrario Provincial	1992	2 Latitud 47°49'S Longitud 65°57'O	Ley N° 2274/92	Sin datos

Cuadro 4. Sistema de áreas protegidas de la provincia de Santa Cruz.

ÁREA	CATEGORÍA	AÑO DE CREACIÓN	SUPERFICIE (has) // UBICACIÓN	NORMATIVA	Objetivos
Cabo Blanco	Reserva Natural Intangible	1977	737 Latitud 47°12'S Longitud 65°45'O	Decreto 1561/77	Protección y conservación de fauna, apostadero y reproducción del Lobo de Dos Pelos
Bahía Laura	Reserva Natural Provincial	1977		Decreto 1561/77	Sin Datos
Monte Loayza	Área de uso exclusivo científico Manejo: Administración privada	1990	17 Latitud 47°49'S Longitud 66°51'40''O	Disposición 014/89 DFS	Humedal costero. Sitio Ramsar.
Isla Cormorán e Isla Justicia	Área de uso científico bajo protección especial	1990		Disposición 015/90 DFS	Sin datos
Isla Deseada	Area de uso científico bajo Protección Especial	1990	49	Disposición 007/90 DFS	Sin datos
Isla Leones	Area de uso limitado bajo protección especial	1991	115	Resolución N° 720/91	Sin datos
Bahía de San Julián	Area de uso limitado bajo protección especial	1990		Disposición 015/90 DFS Disposición 016/90	Sin datos
Isla de Monte León		1996	Latitud 49°55' S Longitud 68°36'O	Ley N° 2445	Sitio de conservación de humedales costeros. No se admiten visitantes
Humedal Caleta Olivia	Reserva Provincial	2000		Ley N° 2563/00	Sin Datos
Reserva Prov. para aves migratorias	Reserva Provincial	2001		Ley N° 2583/01	Sin Datos
Punta Gruesa	Parque Provincial	2002	531	Ley N°2613/02	Sin Datos*

Cuadro 4 (continuación). Sistema de áreas protegidas de la provincia de Santa Cruz.
Fuente: Dirección General de Recursos Naturales -Consejo Agrario Provincial. www.santacruz.gov.ar
*Según datos suministrados por la Dirección de Minería Provincial, provincia de Santa Cruz

BIBLIOGRAFÍA

- Albrieu, C. y S. Ferrari, 1994. Aportes para el uso sustentable de la Isla Deseada (Provincia de Santa Cruz). Actas del Taller Internacional sobre Recursos Filogenéticos, Desertificación y uso sustentable de la Patagonia. Río Gallegos, Argentina
- Albrieu, C., Ferrari, S., McNamara, M., Alarcón, S. y R. Asueta, 2004. Proyecto Cóndor Andino en la Cuenca Carbonífera de Río Turbio (Santa Cruz): experiencias de Educación Ambiental con la comunidad. Informe técnico inédito, Universidad Nacional de la Patagonia Austral.
- Ambrosetti, J.A. y E. Méndez, 1983. Los tipos biológicos de Raunkier en las comunidades vegetales de Río Turbio, provincia de Santa Cruz, Argentina. *Deserta*, 7: 12-39.
- Boelcke, O., Moore, D. y F. Roig, 1985. Transecta Botánica de la Patagonia Austral. CONICET. Instituto de la Patagonia y Royal Society, 733 pp. Buenos Aires.
- Cabrera, A., 1976. Regiones Fitogeográficas Argentinas. Enciclopedia Argentina Agricultura y Jardinería. Segunda Edición, Tomo II., Fascículo 1, 85 pp. Ed. ACME. Buenos Aires.
- Cabrera, A. y A. Willink, 1978. Biogeografía de América Latina. OEA. Colección Monografía Científicas. Monografía N° 7, 122 pp.
- Collantes, M. y A. Faggi, 1991. Los humedales del sur de Sudamérica. www.unesco.org.uy
- Correa, M.N., 1998. Flora Patagónica, Parte I. Colección Científica del INTA, Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Buenos Aires.
- Dimitri, M.J.L. (Ed.), 1972. La región de los bosques andino-patagónicos: sinopsis general. INTA, Col. Científica. 10, 381 pp. Buenos Aires.
- Ezcurra, C. y C. Brion, 2005. Plantas del Nahuel Huapi. Catálogo de la Flora Vasculare del Parque Nacional Nahuel Huapi, Argentina. Universidad Nacional del Comahue. San Carlos de Bariloche.
- Narosky, T. y D. Yzurieta, 1987. Aves de Argentina y Uruguay. Asociación Ornitológica del Plata. Vasquez Mazzini Editores. 345 pp. Buenos Aires.
- Oliva, G., González, L., Rial, P. y E. Livraghi, 2004. Estepa Magallánica Húmeda. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria.
- Roig, F.A., 1998. La vegetación de la Patagonia. En: Correa, M.N. (Coordinadora) Flora Patagónica. Colección Científica, Tomo VIII, Parte 1. INA. Buenos Aires.
- Schlichter, T. y P. Laclau, 2000. Valoración económica de la desertificación en Patagonia y de algunas alternativas de desarrollo basadas en la conservación de los recursos naturales: 272-289. Fundación Vida Silvestre Argentina. Buenos Aires.
- Vallerini, J.A., 1985. Actual de la Tierra. En: Boelcke, O., Moore, D.M. y F.A. Roig (Eds.), Transecta Botánica de la Patagonia Austral:109-111. CONICET-Instituto de la Patagonia (Chile)-Royal Society (Gran Bretaña). Buenos Aires.
- Veblen, T.T., 1982. Growth patterns of chusquea bamboos in the understory of Chilean Nothofagus forests and their influences in forest dynamics. *Bulletin of The Torrey Botanical Club* 109 (4): 474-487.
- Veblen, T.T., 1985. Stands dynamics in Chilean Nothofagus forests. Academic Press, New York.
- Veblen, T.T. et al. (Eds.), 1996. Ecology of southern Chilean and Argentinean Nothofagus forests. En: The Ecology and Biogeography of Nothofagus Forests. Yale University Press, New Haven.
- Veblen, T.T. et al., 1987. Post-fire development of Austrocedrus-Nothofagus forests in Northern Patagonia. *Vegetario*, 71: 113-126.
- Veblen, T.T. et al. 1997. Plant succession in a timberline depressed by vulcanism in south-central Chile. *Journal of Biogeography*, 4: 275-294.



Foto 1. Vista de un bosque de lenga maduro, monoespecífico, en la meseta Latorre.



Foto 2. Bosque de lenga en la sierra Dorotea. La especie dominante es *Nothofagus pumilio*.



Foto 3. Bosque de lenga en la zona del Hotel Mina 1. Se observan mosaicos de bosque con estepas arbustivas o herbáceas.



Foto 4. Matorral de ñire, *Nothofagus antarcticus*, en las márgenes de un arroyo próximo a la meseta Latorre.



Foto 5. Mosaicos de bosques y arbustales enanos, entre los que abundan murtila, mogotes y calafate.



Foto 6. Pampas con dominio de vegetación herbácea, con algunos arbustos enanos.



Foto 7. La vegetación herbácea suele ocupar laderas asoleadas. La especie dominante es el coirón fueguino (*Festuca gracillima*).



Foto 8. Estepa arbustiva de altura, con predominio de mogote, en las laderas de la meseta Latorre.



Foto 9. Mosaico de especies herbáceas y arbustivas.



Foto 10. Humedal al NO del arroyo San José.



Foto 11. Humedal frente al depósito de estériles de YCRT. Sostiene una variada avifauna.



Foto 12. Sucesión secundaria luego de un incendio que eliminó un bosque de lenga.



Foto 13. Incendio que afectó la zona del arroyo de las 7 Cascadas.

Aspectos socioeconómicos y culturales



OBJETIVO

Centrados en las bases técnicas plasmadas en la metodología se desea por medio de esta Evaluación de Impacto Socio Económico Cultural intentar una aproximación a un equilibrio estable entre la actividad humana y el medio ambiente. El desarrollo de la humanidad se estructura en la modificación del medio en que habita y en el actual momento histórico se presenta como un fenómeno sin precedentes por los efectos producidos por la anacronía entre el crecimiento de la población, conjuntamente con su mayor demanda de servicios y el déficit de estrategias políticas ambientales que las contenga. Para ello, las evaluaciones permiten dentro de lo posible y sin ser un freno, un crecimiento acorde a las necesidades sin desproteger el entorno.

Concretamente se pretende en este estudio identificar los factores socio-económicos que se verán afectados por las acciones del proyecto de instalación de la Central Termoeléctrica (2 x 41 Mw.) por parte de la empresa SKODAEXPORT, en la localidad de Río Turbio, provincia de Santa Cruz, en sus dos fases (construcción y operación), y tratar de entender de que manera impactan.

MARCO CONCEPTUAL

Por medio socio-económico se entiende a la articulación de la estructura económica - productiva con la dinámica de la vida socio-cultural en un área determinada en un momento del proceso histórico.

En este trabajo se toma la definición de Evaluación de Impacto Ambiental Socio Económica (EIASE) de Conesa Fernández-Vitória (1997), quien la entiende como un «*procedimiento jurídico-administrativo que tiene por objetivo la identificación, predicción e interpretación de los impactos ambientales que un proyecto o actividad produciría en caso de ser ejecutada*».

ÁREA DE ESTUDIO

El estudio se delimitará a tres áreas de impacto fundamentales.

El Área de Impacto Primaria (AIP) es la locación territorial a ocupar por la Central Termoeléctrica.

El Área de Impacto Secundaria (AIS) reúne lo que se denomina Cuenca Carbonífera que incluye los Municipios de 28 de Noviembre y de Río Turbio con Julia Dufour. Esta zona será la que recibirá de forma directa el impacto de la instalación del proyecto y se tomará como esfera local y eje central del estudio.

En tanto como Área de Impacto Terciaria (AIT) se toma al departamento Güer Aike, región sobre la cual habrá un impacto menor.

Por último, existe un Área Provincial, que se delimita a un sector más amplio, donde la influencia del proyecto, se percibe en menor medida. De ella se hará una breve descripción acerca de la estructura económica y social.

METODOLOGÍA

La descripción de los aspectos socio-económicos y demográficos se realizará por medio de fuentes secundarias.

Para el Área de Impacto Secundaria (AIS) se emplearán los datos dados por el CENSO 2001 y el estudio efectuado por la Universidad Nacional de la Patagonia Austral (UMPA) con los Municipios de la Cuenca Carbonífera (SCyT, 2003).

En el Área de Impacto Terciario (AIT) se trabajará sobre la información otorgada por el CENSO 2001 y, para el Área Provincial, para tener un acercamiento a la situación de la misma, con los datos proporcionados por el Ministerio de Economía, Secretaría de Hacienda (2003).

Para la metodología de evaluación se intentó utilizar la Matriz de Evaluación planteada por Conesa Fernández-Vitória (1997). La misma se reprocesó de acuerdo con la información de fuentes primarias adquiridas por medio de entrevistas en el campo. Finalmente, para compatibilizar la evaluación, se rediseñó la Matriz y se priorizó la unificación de criterios hacia una valoración conjunta.

Queda pendiente, procesar las entrevistas en el programa Atlas/ti y así mismo, someter la nueva Matriz a una triangulación con especialistas. También, realizar la comparación con otras experiencias para asegurar su pertinencia.

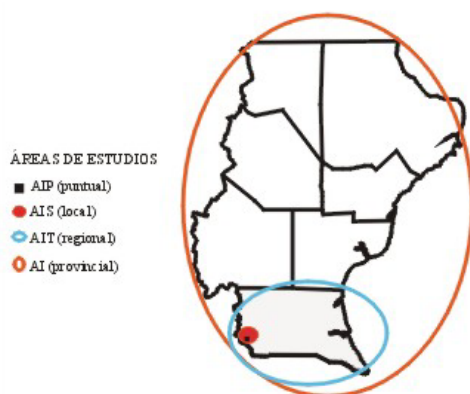
El programa de trabajo se articuló, en las etapas de recolección de datos y bibliografía (marzo 2006), labor de campo y tareas de

desgravación, procesamiento de información y elaboración del informe.

No se cuenta con información desagregada de la región, el Centro Estadístico de Servicio (CES) del INDEC no posee la misma. La Encuesta Permanente de Hogares (EPH) toma la región dentro del conglomerado Güer Aike, en el que se encuentra la capital provincial, por lo tanto no se puede aplicar más que a modo regional.

Contexto provincial

La división política-administrativa de la provincia de Santa Cruz está conformada por siete departamentos. Ellos son Corpen Aike, Deseado, Lago Argentino, Lago Buenos Aires, Magallanes, Río Chico y Güer Aike. Este último es el más austral y es donde se sitúa la Cuenca Carbonífera y la capital de la provincia.



Área de estudio y división política administrativa de la Provincia de Santa Cruz

Esfera económica

La provincia de Santa Cruz está estructurada en torno a una superficie de 243.943 km² (9% del territorio nacional) y según el CENSO 2001 su población es de 196.985 habitantes que significa solo el 0,5% de la Población Nacional. La densidad es de 0,8 hab/km². Su Producto Bruto Geográfico (PBG) es de aproximadamente 1,5% del Producto Bruto Interno Nacional (PBIN) y su Producto Bruto per cápita es de dos veces y medias superior al Nacional.

Las características productivas se basan en la explotación de recursos naturales orientadas a

la permanente demanda del sector externo mientras que el mercado interno es poco significativo.

La actividad primaria forma parte del 50% del producto provincial correspondiéndole al petróleo y al gas el 80% del mismo. Es la segunda provincia en la producción de petróleo (21% del total nacional) y tercera en gas (12% de la producción nacional). El sector pesquero se encuentra en una crisis de sobre-explotación desde 1997 (70% langostino, 20% calamar y el resto merluza). El sector minero, con Cerro Vanguardia desde 1998, con una producción de 93 millones de dólares en el 2002, la cuenca carbonífera de Río Turbio, las arcillas y caolines de San Julián y Gobernador Gregores y algunas salinas completan la explotación de esta actividad (Panorama Económico Provincial, 2003).

Dentro de la actividad económica, el sector secundario es el menos dinámico por la escasa producción manufacturera, en tanto el sector terciario es el segundo en importancia con un 35% del PBG, encabezado por el empleo público, seguido por la expansión del turismo con epicentro en El Calafate y El Chaltén (para el 2002/2003 visitaron la región más de 200.000 turistas, cifra que va en crecimiento; Panorama Económico Provincial, 2003).

Población

La variación de la población en la provincia muestra un crecimiento del 23,2%, la misma paso de 159.839 en el año 1991 personas a 196.958 en el 2001 y ocupa el sexto lugar entre las provincias de mayor crecimiento luego de Tierra del Fuego, Antártida e Islas del Atlántico Sur (45,7%), La Rioja (31,4%), San Luis (28,4%), Catamarca (26,6%), Salta (24,6%), en tanto que en el crecimiento de la población nacional fue del

Provincia de Santa Cruz según departamento. Población, superficie y densidad. Años 1991 - 2001

Departamento	Año					
	1991			2001		
	Población	Superficie en km ²	Densidad hab/km ²	Población	Superficie en km ²	Densidad hab/km ²
Total	159.839	243.943	0,7	196.958	243.943	0,8
Corpen Aike	7.045	26.350	0,3	7.942	26.350	0,3
Deseado	56.879	63.784	0,9	72.953	63.784	1,1
Güer Aike	79.032	33.841	2,3	92.878	33.841	2,7
Lago Argentino	3.940	37.292	0,1	7.500	37.292	0,2
Lago Buenos Aires	4.975	28.609	0,2	6.223	28.609	0,2
Magallanes	5.314	19.805	0,3	6.536	19.805	0,3
Río Chico	2.654	34.262	0,1	2.926	34.262	0,1

Fuente: INDEC. Censo Nacional de Población y Vivienda 1991 y Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas 2001 e Instituto Geográfico Militar.

**Provincia de Santa Cruz según departamento. Hogares y Población: total y con Necesidades Básicas Insatisfechas (NBI).
Año 2001¹.**

Departamento	Hogares			Población		
	Total	Con NBI	%	Total	Con NBI	%
Total	53.834	5.463	10,1	192.851	19.985	10,4
Corpen Aike	2.248	122	5,4	7.634	357	4,7
Deseado	19.890	2.380	12,0	72.174	8.849	12,3
Güer Aike	25.096	2.304	9,2	91.419	8.701	9,5
Lago Argentino	1.982	222	11,2	6.580	729	11,1
Lago Buenos Aires	1.792	190	10,6	6.059	576	9,5
Magallanes	1.943	134	6,9	6.139	437	7,1
Río Chico	883	111	12,6	2.846	336	11,8

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

¹Los hogares con Necesidades Básicas Insatisfechas (NBI) son los hogares que presentan al menos uno de los siguientes indicadores de privación: 1- Hacinamiento: hogares que tuvieran más de tres personas por cuarto. 2- Vivienda: hogares en una vivienda de tipo inconveniente (pieza de inquilinato, vivienda precaria u otro tipo, lo que excluye 3- Condiciones sanitarias: hogares que no tuvieran ningún tipo de retrete. 4- Asistencia escolar: hogares que tuvieran algún niño en edad escolar (6 a 12 años) que no asistiera a la escuela. 5- Capacidad de subsistencia: hogares que tuvieran cuatro o más personas por miembro ocupado y, además, cuyo jefe no haya completado tercer grado de escolaridad primaria.

13%. El departamento de Güer Aike, donde se encuentra la Cuenca Carbonífera es el que tiene la mayor densidad de habitantes por kilómetro cuadrado (2,7), aumentando su población en 0,4% en la relación intercensal, mientras que en el total de la provincia el incremento fue de 0,1 hab./km². Este aumento se entiende básicamente por el crecimiento de ese departamento ya que en los demás, prácticamente se mantuvo constante, y sólo en dos se produjo una pequeña variación.

Esfera social

Se percibe del cuadro sobre esta página, que el 10,4% que la población de la provincia se encuentra con Necesidades Básicas Insatisfechas (NBI). El departamento de Güer Aike comparte el cuarto lugar con Lago Buenos Aires con 9,5%, los antecede Lago Argentino (11,1%), Río Chico (11,8%) y con 12,3% el departamento Deseado es el de mayor cantidad de población con NBI. Cuando hablamos de Hogares con NBI,

Güer Aike pasa al quinto lugar (9,2%) al diferenciarse de Lago Buenos Aires (10,6%).

SITUACIÓN ACTUAL DE LA CUENCA CARBONÍFERA (AIS)

Demografía y estructura poblacional

La población de la cuenca se distribuye en un 60% en Río Turbio mientras que el restante 40% es para el Municipio de 28 de Noviembre.

En cantidad de habitantes dentro de la provincia de Santa Cruz, el Municipio de Río Turbio se ubica en el sexto lugar y 28 de noviembre en el noveno, pero si se agrupan estas localidades dentro de lo que se denomina Cuenca Carbonífera pasan a situarse en tercer lugar después de Río Gallegos, Caleta Olivia y Pico Truncado.

Como se dijo anteriormente, la relación intercensal creció en la provincia un 23% y

Población Urbana de la Cuenca de Río Turbio. 1970-1980-1991-2001

Complejo Urbano	1970	1980	1991	2001
Población	5.245	9.891	10.063	11.336
Base 1970=100 %	100%	189%	192%	216%

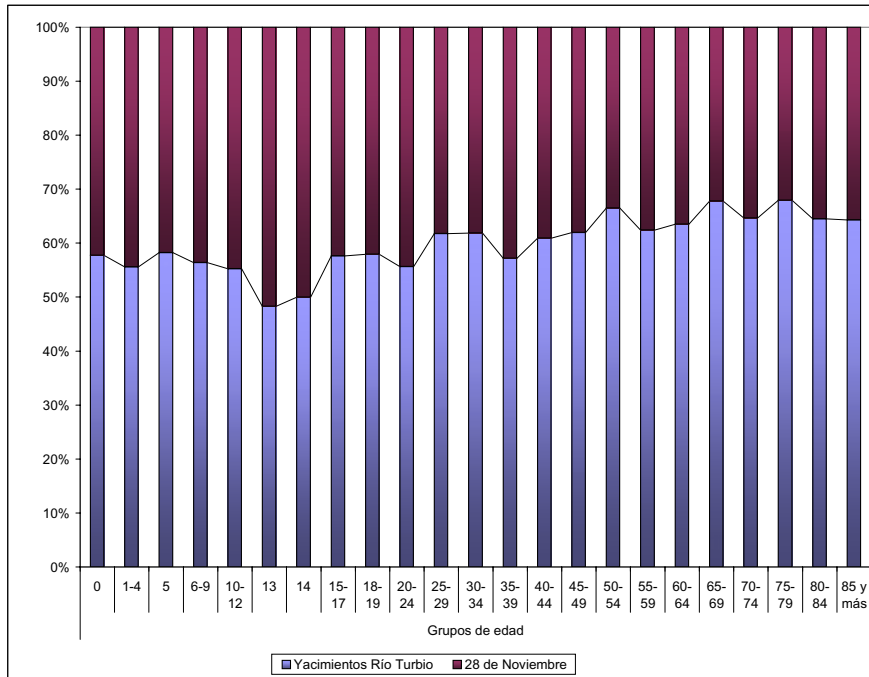
Fuente: Elaboración UBA-UNPA, 1995 y Censos Nacionales de Población 1970, 1980, 1991 y 2001. Elaboración Propia.

Población de la Cuenca Carbonífera por localidad y distribución por sexo. 2001

LOCALIDAD	1991	Total 2001	%	VARONES	MUJERES
Yacimientos Río Turbio	6.746	6.650	60	3.375	3.275
28 de Noviembre	3.317	4.686	40	2.361	2.325
Total Cuenca	10.063	11.336	100	5736	5600

Fuente: INDEC. CENSO NACIONAL 2001. Elaboración propia

DISTRIBUCIÓN DE POBLACIÓN DE RÍO TURBIO Y 28 DE NOVIEMBRE SEGUN GRUPO DE EDAD. (2001)



en el caso de Río Turbio es la única localidad donde disminuyó (-1.40%), en tanto que la localidad de 28 de Noviembre creció en un 41% pasando de 3317 habitantes a 4686. Este crecimiento es llamativo y admite la realización de varias suposiciones, pero ninguna de ellas permite efectuar una afirmación que explique la llamativa diferencia en las tasas de crecimiento de esta localidad. En el caso de Río Turbio es posible que entrada la década del '90 y comienzos de la actual se produjese un éxodo poblacional por la situación de crisis local, acompañada de desempleo, como efecto de la política de achicamiento de YCRT por parte de los concesionarios.

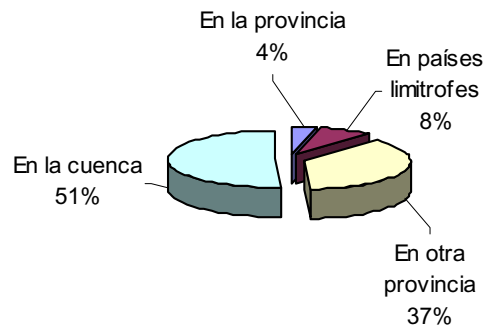
Ahora bien, si se toma la población Yacimiento Río Turbio (6650 hab.) y 28 de Noviembre (4686 hab.) por grupos de edad la distribución es la que se muestra en el cuadro de población.

En base al Proyecto Plan Estratégico, SCyT-29/C011 (2003) realizado en junio de 2003 conjuntamente entre los municipios de Río Turbio y 28 de Noviembre y la Unidad Académica Río Turbio de la Universidad Nacional Patagonia Austral bajo la dirección del Dr. Agustín Salvia y con una base de 340 casos y un error muestral de $\pm 5,31\%$ (tipo de muestreo: selección aleatoria de casos sobre listado de usuarios particulares del sistema de energía eléctrica. Encuesta de hogares de Río Turbio, Julia Dufour y 28 de Noviembre).

El perfil de la población da un promedio de 28 años en Río Turbio y de 26 en 28 de Noviembre. De la población que habita la cuen-

ca, más de la mitad es nacido y criado (NyC) en la misma. En el siguiente gráfico se observa la composición de la población según su origen:

Población de la cuenca según origen. Junio 2003



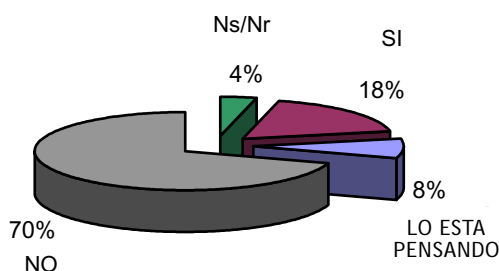
Fuente: Encuesta de hogares de Río Turbio, Julia Dufour y 28 de Noviembre. Plan Director para la Transformación de la Cuenca Carbonífera (29/C011), UMPA, Unidad Académica Río Turbio. Director: Agustín Salvia. Junio de 2003.

De acuerdo con este informe se advierte que los hogares están conformados, en promedio, por cuatro miembros. De los cuales el 65%, aproximadamente, corresponde a núcleo familiar completo, 8% a hogares unipersonales, 9% a núcleo completo extendido, 12% a núcleo incompleto y el 6% restante a núcleo incompleto extendido.

Ante la pregunta si está en sus planes emigrar de la región en algún tiempo futuro, el 70% respondió que NO y un 18% que SI, y 8% lo está pensando, o sea, uno de cuatro familias de la cuenca considera la posibilidad (de los cuales,

21% corresponde al intervalo de edad de 31 a 45 y otro 21% al de 46 a 55). En el siguiente gráfico se puede observar lo anteriormente expuesto:

Planes emigrar de la región en algún tiempo futuro



Fuente: Encuesta de hogares de Río Turbio, Julia Dufour y 28 de Noviembre. Plan Director para la Tranformación de la Cuenca Carbonífera (29/C011), UMPA, Unidad Académica Río Turbio. Director: Agustín Salvia. Junio de 2003.

Ante la consulta por qué motivos quieren quedarse, con respuestas múltiples el 45% respondió: porque tiene su familia en la región y 40% porque tiene trabajo, un 37% porque están arraigados, un 17% porque tienen su casa, un 10% porque es nativo / sus raíces, un 5% por estabilidad económica y otro 5% por tranquilidad y seguridad afectiva.

En cambio los que quieren irse (el 18% de los jefes de hogar), el 22% respondió porque tiene familia en otras provincias / extraña, 22% por la adversidad del clima, porque hay más posibilidades para estudiar en otros lugares un 16 % y un 9% porque no tiene trabajo / o no tiene un buen trabajo, 7% por problemas económicos, 7% por problemas de salud y un 5% por traslado laboral.

Dentro de los perfiles de los hogares el 76% corresponde a jefes de hogar varones y el promedio de edad es de 45 años.

La composición de los hogares en la cuenca según su estado civil es el siguiente: un 65% de casados, 11% unidos, 13% solteros, 6% viudos, 3% separados y 2% divorciados.

El 10% de la población no cuenta con cobertura médica, mientras que el 89% tiene obra social y sólo el 1% restante medicina prepaga. De los que no tienen cobertura el 23% pertenece a los núcleos familiares incompletos y el 28% a la franja etaria de 19 a 30 años.

Nivel educativo de la población

En el aspecto educativo el informe muestra que 4 de cada 10

jefes de hogar tiene educación secundaria completa o más.

El 15% de los jefes de hogar tiene hasta primario incompleto, 24% con primario completo y 22% con secundario incompleto, mientras que el 23% de los jefes de hogar cuenta con secundario completo, un 5% con terciario y/o universitario incompleto y un 11% con terciario / universitario completo.

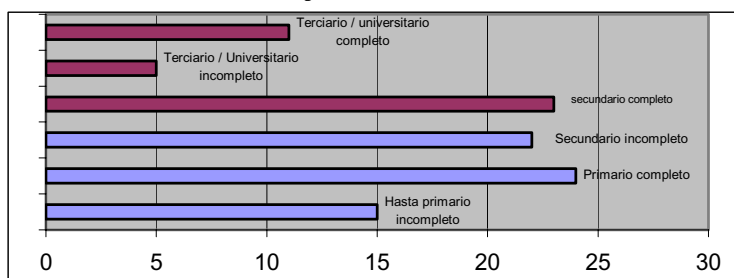
Estructura ocupacional de la cuenca

La estructura laboral de los hogares de la cuenca está conformada por los obreros / empleados que son la gran mayoría con un 68%, seguidos de jubilados con un 15%, 5% Amas de casa, 4% cuenta propia, 2% patronos, 2 % desocupados, 1% estudiantes, 1% changas y un 3% en la categoría otros.

Ahora bien, en el tipo de actividad, sobre la base del 82% de la población económicamente activa (PEA) se observa la gran dependencia de la actividad laboral hacia el empleo público y la actividad minera. El 27% de los Jefes de hogar están trabajando en la empresa YCRT SA, mientras que el 23% en la Administración Pública municipal, otro 11% en la Administración Pública provincial, 11% en educación y salud, 4% en la Administración Pública nacional, 4% en comercio y 4% en servicio a particulares. El resto se reparte entre transporte, turismo, actividad agropecuaria, servicio a empresas, servicio doméstico, todas estas últimas con el 1% y 12% como Otros no especificado.

Con relación a las Jefas de Hogar se encuentra que 4 de cada 10 corresponden a núcleos familiares completos y 3 de cada 10 pertenecen a hogares con núcleo familiar incompleto, es decir están solas con sus hijos.

Nivel educativo de la población de la Cuenca Carbonífera



Fuente: Encuesta de hogares de Río Turbio, Julia Dufour y 28 de Noviembre. Plan Director para la Tranformación de la Cuenca Carbonífera (29/C011), UMPA, Unidad Académica Río Turbio. Director: Agustín Salvia. Junio

FACTORES DEL AMBIENTE SOCIO-ECONÓMICO Y CULTURAL

A continuación se describirán brevemente los diferentes factores ambientales que se consideran como relevantes, de acuerdo con su medio (rural, urbano, cultural, económico), los que permitirán identificar y posteriormente evaluar, los posibles impactos sobre los mismos.

Medio rural

Productivo

Agrícola:

Existen micro emprendimientos impulsados por los municipios, como es el caso de las chacras productoras de conejos, la planta productora de hongos y apicultura.

Extractivo:

Además de la empresa YCRT, por la ruta nacional 40, pasando 28 de Noviembre se encuentra una cantera de gravas, la cual se usa principalmente para la pavimentación de la ruta hacia Rostempek y el tramo de Esperanza hacia Río Turbio (véase foto 1).

Conservación

Zonas húmedas, ecosistemas especiales, espacios protegidos:

En la región no se hallan espacios protegidos o zonas con ecosistemas bajo el amparo de legislación nacional o provincial.

Comunicación vial

Desde Río Gallegos existen dos caminos alternativos hacia la Cuenca Carbonífera. Uno por la RN 3, empalmando con la RN 40 (de ripio) que es la que va por la zona sur con un trayecto de 262 kilómetros, y el otro por el norte, por RN 3, luego la RP 5 y desde la localidad de La Esperanza por la RP 7, y para finalmente llegar por la RN 40 con un total de 310 kilómetros. Desde El Calafate la distancia es de 246 kilómetros.

La RN 40 se está en proceso de pavimentación. Actualmente los trabajos se hallan avanzados desde el aeropuerto hacia Rospentek.

La carretera que une los dos municipios se ve en buen estado, falta un remarcado vial y algunas señalizaciones.

Comunicación aérea

El aeropuerto de 28 de noviembre dejó de operar hace dos años hasta que se finalicen las obras de la RN 40 y se pavimente la pista.

Turismo:

Varias actividades se desarrollan en la cuenca con el afán de atraer tanto turismo in-



Foto 1. Vista de la cantera extractiva, próxima a la localidad de 28 de Noviembre.

terno (Río Gallegos) como externo. Uno de los principales atractivos en época invernal son las pistas de ski llamadas Mina 1, que cuentan con amplio hotel. También hay emprendimientos como: canotaje, cabalgatas, travesías en cuatriciclos y pesca deportiva.

Servicios y equipamientos:

Se halla en construcción en la localidad de J. Dufour la planta de tratamientos cloacales, la misma se sitúa frente a la población y cruzando la ruta.

Medio urbano

Estructura edilicia

En general se trata de viviendas de tipo horizontal. Existen muchas viviendas del estilo prefabricadas y barrios enteros de planes de habitacionales. Dentro del terreno urbano se observan diferencias edilicias entre ambos municipios.

Actualmente se están construyendo en 28 de Noviembre alrededor de 50 viviendas en la Sección V (estado avanzado) y otras 72 en la Sección VI (véase foto 2 a y b). En ambos casos, la expansión urbana a base de Planes de Vivienda va tomando un recorrido lateral posiblemente debido a las dificultades geográficas pero con la preocupante separación o alejamiento del conglomerado urbano.

Estructura urbana

Tipo de zona urbana:

Se percibe un desarrollo un tanto más sólido en 28 de Noviembre con un trazado de calles en cuadrícula y un aparente proceso habitacional programado, mientras que en Río Turbio, la trama urbana es de edificación irregular o «salpicada» donde no se aprecia el diseño amanzanado característico de plan de ordenamiento y desarrollo territorial programado (véase figura 1).

En la localidad de Río Turbio es más acentuada la edificación de casas tipo prefabricadas, en tanto que la expansión también comienza a desarrollarse hacia la ladera montañosa y de forma lineal, perdiendo su integración con el casco urbano (véase foto 3).

Es el caso del barrio Don Bosco, en 28 de Noviembre, que si bien está en el entramado urbano, por encontrarse elevado se nuclea de tal forma que dificulta su interacción social y cultural. Esta situación podrá ser más profunda en el nuevo asentamiento que se está edificando (Sección VI) próximo al cementerio, basural y aeropuerto, que se emplaza por sobre el barrio Don Bosco y a cientos de metros de distancia del mismo (véase foto 4).

Espacios verdes:

No se localizan con facilidad espacios verdes dentro del tramado urbano, sólo existen



Foto 2 a. Construcción de viviendas distancadas del entramado urbano en 28 de Noviembre.



Foto 2 b. En el fondo de las construcciones humo producto de la quema de basura.



Figura 1. Trazado de la localidad de Río Turbio.
Fuente: Municipalidad de Río Turbio

algunas pocas plazas. Se debe considerar que los espacios verdes abundan en el entorno y que forma parte del paisaje cotidiano.

Infraestructura

Red de transporte:

YCRT cuenta con una flota de vehículos y micros en los cuales se transporta al personal y hace un recorrido por los dos municipios.

También existe una empresa de transporte público que posee 5 buses medianos que

recorre el trayecto entre los dos municipios cada una hora.

Hay una compañía de micros que hace viajes a Puerto Natales (Chile) y otras dos empresas chilenas con el mismo recorrido que tienen una frecuencia de dos servicios diarios.

Red de saneamiento:

El servicio de recolección de basura se realiza diariamente por medio de camiones y está a cargo de las municipalidades. En RT el proceso se da por medio de un camión común y



Foto 3. Vista panorámica de la localidad de Río Turbio. En primer plano las nuevas viviendas con trazado lineal. Atrás la ruta hacia 28 de noviembre.



Foto 4. Vista panorámica de la localidad de 28 de Noviembre. En primer plano el trazado amanzanado del Barrio Don Bosco y las nuevas viviendas a terminar. Detrás de esta toma y más arriba se ubica el nuevo barrio de foto 02.

28 de Noviembre cuenta con un camión compactador de residuos. No existe un tratamiento de los mismos y el fin de los mismo es la quema. (véase foto 5).

Si bien, hay tratativas para dar una solución definitiva al problema hasta el momento es una preocupación sobre todo para los habitantes de 28 de Noviembre que se ven perjudicados por las emisiones producidas de la quema de la basura de RT.

Medio cultural

Cultural

Factores educativos:

El municipio de 28 de Noviembre cuenta con dos escuelas, la N°32 creada el año 63, con 685 alumnos y 56 docentes, posee un gabinete con 4 profesionales (psicóloga, psicopedagoga, fonaudióloga y una docente en musicoterapia), por la tarde funciona como escuela para adultos. A la escuela N°67, situada en el barrio Don Bosco, asisten 356 alumnos (véase foto 6). Un déficit de esta localidad es la falta de una escuela Técnica lo que obliga a muchos alumnos a viajar hasta Río Turbio.

Las otras escuelas de la cuenca son: Escuela Nacional N°15, Escuela Industrial N°5, Colegio Santa Barbara, Escuela primaria N°60,

CENS N°6, Escuela N°30 de Julia Dufour, EGB N°54, Escuela N°27 «El Turbio», Colegio Santa Cruz y Jardín N°2 de la Fuerza Aérea Argentina.

También se encuentra una sede de la Universidad Nacional de Patagonia Austral (U.N.P.A.).

Estilo de vida:

La gente lleva un ritmo de vida tranquilo característico de poblaciones pequeñas del interior del país.

Humanos

Salud:

El «Hospital San Lucas» de 28 de Noviembre cuenta con 25 camas de internación. Actualmente esta en ampliación el área de consultorios externos, kinesiología y odontología. En tanto que el Hospital de Río Turbio es el más grande en el área local y tiene 69 camas distribuidas en los siguientes servicios: cirugía y traumatología 15 camas, 14 para ginecología, 25 para pediatría y 15 para clínica médica.

Relaciones sociales:

La Secretaría de Desarrollo Social de Río Turbio lleva adelante varias actividades de asistencia a través de los distintos programas,



Foto 5. Quema de basura en las afuera de la localidad de 28 de Noviembre.



Foto 6. Escuela N°67 donde concurren más de 350 alumnos.

como asistencia alimentaria (480 beneficiarios), entre ellas: Pro-huerta del INTA, copa de leche, comedores, Hogar de la Tercera Edad y hogares sustitutos, dietas y situaciones especiales (Gestión Mazu, 2004-2005).

Integración social

El polideportivo de 28 de Noviembre funciona como lugar de prácticas de diferentes actividades y tiene una amplia concurrencia.

En Río Turbio existen diferentes asociaciones de jubilados.

La Fiesta de las Colectividades es uno de los eventos que se realiza todos los años y que toma gran importancia en la región integrando a diferentes culturas.

Patrimonio

Histórico-artístico:

El «Bosque de los Duendes» ubicado sobre la ruta que va hacia el paso internacional, cuenta con 42 imágenes de esculturas sobre árboles de lenguas muertas, de formas variadas, en la quebrada del arroyo Santa Flavia.

Literario-cultural:

Existen construcciones colectivas respecto a la explotación de la mina, por un lado el mito de «la viuda negra», cristalizada en la figura mágica entorno a accidentes y tragedias. Por otro lado la historia del Tonel, un perro que acompañaba las labores mineras y que el relato oral trasmite varias de sus aventuras.

Restos arqueológicos:

No se cuenta con información al respecto.

Medio económico

Población

Demografía y dinámica poblacional:

Se describe en el apartado «Situación actual de la Cuenca Carbonífera (AIS)».

Estructura ocupacional:

Luego de la Empresa YCRT, el sector público es el encargado de absorber el resto de

Cuenca Carbonífera según localidad. Población de 14 años o más por condición de actividad. Año 2001

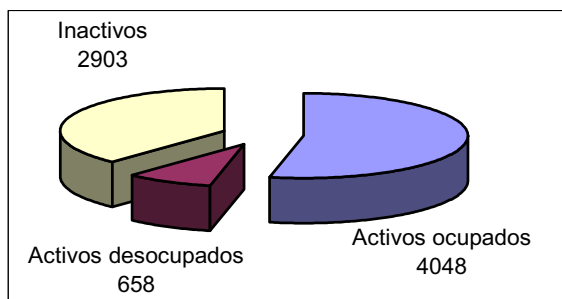
Localidad	Población de 14 años o más	Condición de Actividad		
		Activos		Inactivos
		Ocupados	Desocupados	
Yacimientos Río Turbio	4.578	2.480	410	1.688
28 de Noviembre	3.031	1.568	248	1.215
Total	7.609	4.048	658	2.903

Fuente: INDEC. CENSO NACIONAL 2001. Elaboración propia

la mano de obra en la cuenca. Esta dependencia produce un estancamiento en la dinámica ocupacional.

Aparentemente no hay una gran oferta de mano de obra con conocimientos en la construcción.

Y la representación gráfica es la siguiente:



Fuente: INDEC. CENSO NACIONAL 2001. Elaboración propia.

Del gráfico surge que dentro de la Población Económicamente Activa (PEA), los activos ocupados son el 86%, en tanto que a los desocupados les corresponde el restante 14%.

La composición de la estructura ocupacional en los dos municipios de la cuenca es la siguiente:

Del cuadro se deduce, que la distribución por actividad es que casi 9 de cada 10 personas de los activos ocupados pertenece a la categoría de obrero o empleado y entre ellos al sector público le ocupa 7 de cada 10.

Aceptabilidad social de la actividad:

Si bien no fue posible efectuar un sondeo al respecto, ni realizar entrevistas en pro-

fundidad, se puede decir que no existe un conocimiento claro por parte de los pobladores acerca del proyecto, así como tampoco sobre sus beneficios. De todas maneras, la actividad de la mina es aceptada positivamente y todo proyecto que pueda estimular el funcionamiento de la misma es visto con «buenos ojos», al menos en un principio. Parece existir una demanda de mayor información sobre el emprendimiento.

Economía:

Finanzas / sector público:

El total comprometido para el funcionamiento de la Municipalidad de Río Turbio es de \$15.672.277, distribuidos en:

- Obras en capitalización en maquinarias y equipos \$2.296.000,54 y obras municipales tales como veredas, pavimentación, plazas, colegios, matadero, construcción y reparación de dependencias municipales e instituciones intermedias por \$2.001.393,43.
- En el área de Producción: en taller de lapidado, explotación plaza de los Niños, Explotación Bosque de Duendes, Cooperativa de Construcción, planta productora de hongos, fábrica y colocación de adoquines, concentración parcelaria = \$2.015.973,94 y en turismo \$200.675,09 distribuidos en el proyecto Cóndor Andino, el Parque temático Mina 4 y el Tren Turístico.
- En el orden de la Secretaría de Desarrollo Social, \$675.662,73, en asistencia social (prevención, asistencia de salud, pensio-

Cuenca Carbonífera según localidad. Población ocupada por categoría ocupacional. Año 2001

Localidad	Población ocupada	Obrero o empleado		Patrón	Trabajador por cuenta propia	Trabajador familiar
		Sector público	Sector privado			
Yacimientos Río Turbio	2.480	1.446	747	56	186	45
28 de Noviembre	1.568	998	368	17	149	36
Total Cuenca	4.048	2444	1115	73	335	81

Fuente: INDEC. CENSO NACIONAL 2001. Elaboración propia

nes, jardín maternal, políticas habitacionales, asistencia económica). En Cultura \$321.097,80, en los talleres culturales, actividades sociales, viajes y presentaciones artísticas, becas universitarias, escuelas municipales y la partida de Deportes con \$325.188,08 para eventos barriales, viajes de delegaciones, albergue a delegaciones y otros.

- La Administración del Municipio tiene asignado \$7.845.104,27 para el salario del personal, repartido entre superiores, planta permanente, temporario, aportes patronales y departamento deliberativo y \$1.053.926,36 en gastos de funcionamiento municipal (Gestión Mazu, 2004-2005: 10).

Valor de la propiedad

De acuerdo a la propuesta técnica, la superficie a ocupar por el proyecto es de algo menos de 20 hectáreas. Aparentemente no existe un mercado inmobiliario fluido y con operaciones concretas en la región de la cuenca, pero según las fuentes consultadas (Sergio Pejkovich de Patagonia Propiedades (Te: 02966-435033) y Horacio Huecke (02966-425-236), ambos de Río Gallegos.) la zona delimitada como probable para el asentamiento de la CT podría aproximarse a los \$65.000-75.000, teniendo en cuenta que ocupa un territorio con posibilidades de expansión urbana y estar al lado de la ruta.

Vale aclarar que este valor es estimativo y que existieron algunas diferencias entre la información consultada.

Ingreso:

Se observa que en la propuesta Técnica N°2 y en el Anexo N°I del proyecto, la demanda de mano de obra para la construcción y montaje (Fase I) se encuentra agrupada, lo cual dificulta una estimación de ingresos por sector y así una proyección de los beneficios fiscales más precisa. De todos modos se realiza la siguiente aproximación:

Estimando la contratación de personal durante la etapa de construcción por parte de las empresas encargadas de las obras civiles y de acuerdo con los salarios medios del sector y a las estadísticas nacionales de descomposición del gasto, obtendremos los ingresos fiscales.

Según los acuerdos gremiales y oficiales, los salarios del gremio de la construcción

para la Zona Austral son los siguientes:

U.O.C.R.A. TABLA ZONA "C Austral"			
Abr a Jun-06	REMUNERATIVA - Con Descuento		Suma No Remunerativa Convencional
Categorías	Salario Básico por	Bonificación Extraordinaria Remunerativa	Mes
	Hora	Mes	
Of. Especializado	6,62	156,00	130,00
Oficial	5,60	135,00	112,50
Medio Oficial	5,22	120,00	100,00
Ayudante	5,01	96,00	80,00
Sereno	882,00	111,00	92,50

Fuente: Leyes, decretos y escala salarial.
www.uocra.org

En el momento pico de la Fase I trabajarán 450 empleados, cifra que incluye a los jefes de Skodaexport, a los trabajadores de la Parte Civil y a los empleados del Conjunto Operativo.

Por lo tanto, para la etapa de construcción, la demanda será de 450 trabajadores, de los cuales se toma un estimativo de sueldo medio, que será para el total y unificado por jornales de 8 hs diarias al valor de \$5,60 por hora trabajada más la bonificación remunerativa de \$135 y en 22 días al mes:

$$\$5,60 \times 8 \text{hs} \times 22 \text{ días} = \$985,60 + \$135 \text{ bonificación} = \$1.120,60 \text{ mensual.}$$

Ahora bien, por un período de 24 meses, el resultado es el siguiente:

$$\$1.120,60 \times 24 \text{ meses} = \$26.894,40$$

Tomando en cuenta al total de ocupados se llega a un aproximado general para la etapa de construcción de:

$$\$26.894,40 \times 450 \text{ empleados} = \$12.102.480$$

Se entiende y se asume que los ingresos se descomponen en un 65% en consumo de bienes y servicios, 25% al pago de impuestos y un 10% a los ahorros (Metodología para preparar evaluaciones de impactos socioeconómicos. Calibre Consultants Inc. Seminario conjunto CANMET / INTEMIN). Se calcula que el gasto sería de:

$$\$12.102.480 \times 0,65 = \$7.866.612$$

El gasto aproximado en consumo de bienes y servicios realizados por el empleo directo en la etapa de construcción es de \$7.866.612 y el Estado recaudará por impuestos alrededor de 3 millones de pesos.

Ahora bien, durante la etapa o fase de la operación, la demanda de mano de obra será mucho menor (123 empleados) y su capacidad operativa más calificada, y por ende su salario. Les corresponderá el agrupamiento del gremio de Luz y Fuerza.

BIBLIOGRAFÍA

Anuario estadístico, 2003. Accidentes de trabajo y enfermedades profesionales. Superintendencia de Riesgo de Trabajo.

Central Termoeléctrica Río Turbio (República Argentina). Propuesta Técnica N° 2. Proyecto de presentación, 2005. ŠKODAEXPORT, Co. Ltd., Opletalova 41 113 32, Praga. República Checa.

Conesa Fernández y Vítora, V, 1997. Guía metodológica para la evaluación del impacto ambiental. Ed. Mundi -Prensa. Madrid.

El Imparcial de la Cuenca, 2006. Enero-febrero 2006, Edición N° 3. Río Turbio. Provincia de Santa Cruz.

Gestión Mazu, 2004-2005. Río Turbio, Crecemos juntos, progresamos todos. Revista de distribución gratuita. Río Turbio Santa Cruz, Patagonia. Argentina.

Honty, G., 2001. Impactos ambientales del sector energético en el MERCOSUR Diagnóstico y Perspectivas. Estudio preparado para la comisión de sindicatos del sector energético del MERCOSUR (COSME). CEUTA, Centro de Estudios Uruguayos de Tecnologías Apropriadas. Santiago de Chile 1183, Montevideo, Uruguay.

Ministerio de Economía, Secretaría de Hacienda, «Panorama Económico Provincial». Santa Cruz, 2003. Subsecretaría de Relaciones con provincias. Dirección Nacional de Programación Económica Regional.

Plan Estratégico para la Cuenca Carbonífera, 2003. Proyecto Plan Estratégico, SCyT - 29/C011.

Punto Sur, 2006. Revista de interés general, 1(17). Río Turbio. Provincia de Santa Cruz.

Salvia, A. e I. Tuñón. Situación de Crisis y Opinión Pública en la Cuenca de Río Turbio.

Salvia, A., E. Fette e I. Aranciaga. Crisis y Reestructuración del Complejo Minero de Río Turbio en el Escenario de la Pos-privatización.

Peligrosidad geológica



INTRODUCCIÓN

En general los factores de peligrosidad natural se encuentran en estrecha relación con el grado de morfodinámica existente en cada unidad geomorfológica o sector del paisaje. La sostenida presión humana sobre el medio natural ha generado condiciones de inestabilidad que han aumentado la probabilidad de ocurrencia de diferentes fenómenos peligrosos o que puedan resultar en una degradación del medio natural (físico y biótico) de alta magnitud. Precisamente la influencia o incidencia de los hombres como factor causal de eventos peligrosos permite una primera gran diferenciación entre los peligros, ya sean:

- 1) Naturales
- 2) Inducidos

En el primer grupo se ubican aquellos eventos acontecidos sin mediar acción antrópica alguna. En los segundos, la acción humana es importante ya sea como factor de inestabilidad, disparador de fenómenos naturales, los cuales no necesariamente hubieran ocurrido u ocurrirían.

Las principales acciones antrópicas, en la región considerada, han sido la intensa deforestación, vinculada tanto a la ganadería como a la minería, y el desarrollo de las poblaciones y la acumulación de grandes masas de material antrópico (escombreras, piletas de lodos, cenizas, etc.) debido a la explotación minera sostenida en el tiempo y realizada hasta el presente con escaso sentido ambiental.

Los principales procesos potencialmente peligrosos considerados para la zona son:

- Inundaciones y anegamientos
- Erosión hídrica
- Remoción en masa
- Terremotos
- Volcanismo

Los tres primeros son peligros naturales que se han visto potenciados por la acción antrópica antes señalada, por lo que podrían considerarse inducidos. Los dos últimos por el contrario, al tratarse de procesos endógenos, ocurren sin participación humana alguna y en forma independiente a la misma. Consecuentemente, son más difíciles de prever y la mitigación de sus potenciales efectos negativos más dificultosa.

A continuación se consideran cada uno de ellos analizando su incidencia en la zona, la

peligrosidad potencial que significan, sus posibles efectos sobre la central termoeléctrica, así como la incidencia de la misma sobre los fenómenos naturales. Finalmente, para cada caso, de ser pertinente se sugieren algunas posibles acciones de prevención y mitigación.

INUNDACIONES Y ANEGAMIENTOS

Tanto por su impacto como por su frecuencia y extensión de sus efectos, las inundaciones y anegamientos constituyen el principal factor de peligrosidad de la región estudiada.

Una primera distinción debe realizarse entre los términos inundaciones y anegamientos. El primero es utilizado en el sentido de inundaciones por desborde de cursos fluviales, mientras que el segundo se ha reservado para ascensos freáticos. Las características geomorfológicas y climáticas determinan la importancia de estos fenómenos en la región.

Dentro de las características geomorfológicas, como factor condicionante, se destaca la existencia de numerosos cursos fluviales con planicies aluviales amplias y terrazas bajas con escaso desnivel respecto del nivel medio de los ríos, así como la abundancia de bajos y mallines. Las pendientes longitudinales relativamente altas de los cursos fluviales, especialmente en los sectores serranos o los procedentes de la meseta Latorre, implican altas tasas de escurrimiento superficial y comparativamente menor infiltración, por lo que proporciones altas de volúmenes precipitados llegan a los cursos troncales, especialmente al río Turbio, rápidamente.

Respecto al clima de la región, este se caracteriza por presentar cierta estacionalidad, con las precipitaciones (tanto lluvias como nevadas) concentradas en los meses de otoño e invierno. Por lo tanto los cursos fluviales muestran marcada estacionalidad con picos máximos ubicados después del deshielo, principalmente en la primavera. En esta época del año, los cursos fluviales aumentan considerablemente sus caudales, produciéndose frecuentes desbordes. Debe tenerse en cuenta que en ambientes de este tipo, las diferencias de caudales entre épocas de estiaje y crecidas (generalmente producidas por combinación de tormentas y bruscos deshielos en inviernos muy "nevadores") pueden ser de varios ordenes de magnitud (diferencias de más de 10 veces son frecuentes).

Se suma a los anteriores aspectos, la existencia de un nivel freático relativamente alto (cercano a la superficie) en las terrazas fluviales lo que limita considerablemente la capacidad de almacenamiento y de retención hídrica que pueden realizar los suelos en los sectores antes señalados. La generalizada y abundante presencia de rasgos hidromórficos (moteados rojizos) en los suelos de las terrazas indica la fluctuación del nivel freático y su nivel estacional máximo. Debido a que en los suelos de la terraza alta, los moteados aparecen en forma casi continua, a menos de 0,5 m, la probabilidad de anegamiento de estas geoformas es alta.

Teniendo en cuenta los aspectos antes señalados, las inundaciones tienen las características de *flash floods* (inundaciones relámpago). Este tipo de inundaciones se producen rápidamente como respuesta a importantes lluvias o deshielos, existiendo escaso tiempo de retardo entre la lluvia y la inundación. Esto reduce considerablemente la capacidad de respuesta e implica la preparación previa (preventiva). Por otro lado, los efectos de las inundaciones relámpago persisten menos tiempo que en el caso de las inundaciones en áreas de llanura. Generalmente, los efectos pasan a los pocos días.

Si bien no existe un registro pormenorizado de inundaciones en la región, en función de las características observadas y del contacto con pobladores y técnicos, la mayor parte de los cursos fluviales de la región han presentado eventos de inundaciones, particularmente los arroyos San José, río Turbio y el arroyo Primavera. En el caso del primero, la situación se ve agravada por la intensa modificación antrópica que expone.

El tercer aspecto a considerar es el grado de exposición de la localización de los asentamientos humanos, instalaciones de servicios y otros aspectos antrópicos. La ubicación en planicies aluviales, terrazas fluviales bajas y abanicos aluviales aumenta ampliamente los riesgos de inundación. La Central Termoeléctrica (CT) se va a localizar precisamente en las terrazas fluviales del río Turbio, implicando el predio a sectores de ambas terrazas. El desnivel entre la terraza baja y el nivel del agua en la estación seca difícilmente supera 1,5 m y respecto de la terraza alta 2 metros. Asimismo, debe tenerse en cuenta que en la zona en cuestión, la planicie aluvial es muy angosta (menos de 40 m) y

hacia el E, la margen del río está constituida por afloramientos rocosos y taludes coluviales subverticales.

Consecuentemente, la probabilidad de inundaciones que afecten parcialmente al predio es alta, lo que se suma a los potenciales anegamientos localizados. Si bien no existen registros de anegamientos del sector afectado a la CT, una evidencia directa de la ocurrencia de estos fenómenos es la presencia de un terraplén de tierra y gravas de más de 2 m de altura, respecto al cauce, que se ubica en la zona norte de la terraza, inmediatamente aguas abajo del puente de la ruta nacional. Asimismo, se observa parte del viejo terraplén del tren también elevado en la parte oriental del predio.

Resumiendo, los factores que implican una peligrosidad por inundaciones y anegamientos alta son:

- Escaso desnivel de las terrazas respecto al nivel del agua en épocas de estiaje o tormentas
- Nivel freático alto, local y estacionalmente aflorante
- Planicie aluvial angosta y ausencia de terrazas en la margen oriental
- Exposición de los elementos antrópicos
- Factores climáticos (sumatoria de tormentas y deshielo)

El riesgo moderado a alto de inundaciones en la zona del predio hace que deberían encararse algunas obras menores de protección de la ribera oeste. Estas obras serán consideradas en otro apartado y pueden combinarse con aquellas propuestas para protección contra la erosión de las márgenes del río Turbio.

EROSIÓN HÍDRICA

Es un fenómeno generalizado en la región, el cual puede alcanzar, localizadamente, valores alarmantes, lo que conduce a una pérdida total de los suelos, así como contribuye a la degradación de las aguas superficiales (aumento de la turbidez), de la vegetación y hábitat (como por ejemplo destrucción de mallines); conduciendo a la pérdida de la capacidad productiva de los suelos.

La erosión hídrica se presenta en la zona de dos formas: encauzada y mantiforme. En el primero de los casos se limita a las vías de avenamiento permanentes y efímeras existen-

tes, mientras que el segundo, afecta sectores de las pendientes. En la erosión encauzada las evidencias son la existencia de rills, cárcavas, formación de cañadones, la erosión lateral y la incisión vertical tanto de los cauces en los cañadones como en los cursos mayores y la erosión de mallines (foto P1). La erosión mantiforme implica esencialmente la erosión de los horizontes A de los suelos y puede conducir a su desaparición o una degradación lo suficientemente importante.

Diversos factores determinan la generalizada ocurrencia de fenómenos erosivos. Algunos son de origen natural, mientras que otros son de origen antrópico o inducidos. Se destacan entre otros:

- 1) Importante relieve relativo
- 2) Suelos y materiales superficiales gruesos
- 3) Moderado a bajo grado de desarrollo pedogenético
- 4) Frecuentes tormentas
- 5) Importante grado de degradación antrópica de la cobertura vegetal natural
- 6) Uso no sostenible del suelo (sobrepastoreo y minería)
- 7) Deforestación
- 8) Acumulaciones antrópicas de material (escombreras)
- 9) Franja climática transicional (údic-xérico-arídico)

Los sectores más afectados se localizan sobre la margen oriental del río Turbio, coincidente con el límite de la franja ecotonal y su transición a la estepa mixta. Sobre el lateral occidental del valle, en la zona del predio alterado por la construcción de la CT, si bien se observan numerosos rills y cárcavas, la magnitud de la erosión hídrica actual no es tan elevada. Sin embargo, la erosión potencial, en caso de modificarse la cobertura edáfica puede ser alta.

El río Turbio, en la zona del codo, concentra su erosión sobre el lateral opuesto del cauce. Aguas abajo, la sinuosidad del curso aumenta, observándose evidencias de erosión por migración lateral, sobre ambos márgenes, por lo que deberían encararse, en la zona del predio algunas obras menores de protección de la ribera oeste. Estas obras serán tratadas en otro apartado y pueden combinarse con aquellas propuestas para protección contra inundaciones.

REMOCIÓN EN MASA

Los movimientos gravitacionales acontecen en forma generalizada en todo la región. Éstos pueden ser eventos continuos en el tiempo, como el reptaje, o producirse en forma episódica, como por ejemplo los flujos densos, caídas y vuelcos de rocas y deslizamientos planares. En este segundo caso, dado lo repentino de su ocurrencia, los efectos son potencialmente más dañinos.

La frecuencia, amplia distribución y variada tipología que presenta la remoción en masa, en la zona, se debe a la combinación de una serie de aspectos (naturales y antrópicos) entre los que destacan:

- 1) Pendientes altas
- 2) Proporción elevada de afloramientos rocosos
- 3) Importantes acumulaciones de materiales gruesos inconsolidados en las pendientes
- 4) Suelos de moderado grado de desarrollo
- 5) Macizos rocosos proclives a experimentar procesos gravitacionales (estructural-litológicamente aptos)
- 6) Deforestación y degradación de la cobertura vegetal
- 7) Usos de la tierras
- 8) Acumulaciones de materiales antrópicos
- 9) Sismos
- 10) Ocurrencia de tormentas
- 11) Excavaciones y movilizaciones de materiales

Los tres últimos aspectos actúan esencialmente como factores "disparadores". Las caídas-vuelcos de roca son comunes en las zonas más elevadas, donde los afloramientos rocosos forman pendientes subverticales. Las características litológicas condicionantes son: presencia de diferentes juegos de diaclasas y estratificación, alternancia de bancos de areniscas y conglomerados, meteorización (crioclastismo) y erosión glaciaria. Los sectores que concentran mayor cantidad de caídas se localizan inmediatamente por encima del área del yacimiento y por encima de J. Dufour. En estos lugares se encuentran numerosos bloques caídos aislados, así como conos de caídas de roca y conos coalescentes (*rock fall talus*). Los bloques alcanzan grandes dimensiones, algunos de varios metros de diámetro. También afectan los bloques erráticos de las morenas. Ocasionalmen-

te, algunos bloques caídos alcanzan las zonas más bajas (terrazas fluviales y morenas).

Los flujos densos incluyen a los flujos de detritos (*debrisflows*). Los flujos se encauzan parcialmente en cauces o cañadones preexistentes y su presencia se relaciona esencialmente a la época de deshielo o como respuesta a importantes precipitaciones pluviales o níveas. No se han observado evidencias de grandes movimientos de este tipo, si bien las condiciones geo-ambientales son propicias para su ocurrencia. La degradación de la cobertura vegetal constituye un factor de primer orden en su generación. Es muy poco probable que un flujo denso pueda alcanzar la zona del emprendimiento.

Los deslizamientos planares y rotacionales implican, en la zona, especialmente materiales inconsolidados que tapizan las pendientes. Consecuentemente, son movimientos de pequeñas dimensiones, si bien bastante usuales. La acción erosiva fluvial actúa como factor disparador, siendo frecuentes en el lateral oriental del valle del río Turbio en la zona de la proyectada CT. Por el contrario, la pendiente ubicada al O de la zona aludida no presenta evidencias de este tipo de movimientos. Teniendo en cuenta los distintos tipos de procesos gravitacionales observados se considera bajo, al peligro por remoción en masa, para el predio de la CT y zona adyacente. También son comunes los movimientos complejos, que incluyen un arranque del material en forma de un deslizamiento y una etapa ulterior de flujo, en la medida que el material se encauza y se embebe en agua. En las fotos P2, P3 y P4 se observan algunos rasgos debidos al accionar de la remoción en masa en el área estudiada.

Un caso particular y de alto riesgo es el debido a la existencia, aguas arriba del predio, de las piletas de lavado y de las escombreras de YCRT. Vinculado a la explotación del carbón, se han acumulado grandes cantidades de estéril como resultado de los procesos que se aplican al material crudo extraído de las minas. Este material ha sido acumulado (y sigue siéndolo) en el valle del arroyo San José, aguas abajo de

la población de Río Turbio e inmediatamente aguas arriba de la confluencia de este arroyo con el Primavera. Así, se han acumulado pilas de cientos de metros de altura sobre el piso del valle y sobre el lateral norte del mismo. La acumulación de material ha obstruido el curso normal del arroyo San José a lo que se suma las piletas de lodos y las acumulaciones de cenizas de la usina actualmente operativa.

Si bien el estéril hasta cierto punto se compacta naturalmente, las terrazas artificiales que se han formado presentan pendientes claramente inestables. Es posible observar evidencias de movimientos gravitacionales en el estéril, potenciados por la acumulación desde arriba de nuevas cantidades de material. La localización de este depósito es claramente inadecuada, desde el punto de vista ambiental, a lo que se debe aditar que constituye un factor de riesgo considerable para las pobladores y obras de infraestructura ubicadas aguas abajo. Este material antrópico es susceptible de ser movilizado por procesos de remoción en masa, ya sea flujos densos o deslizamientos, disparados por erosión basal fluvial, grandes lluvias, eventos de deshielo extraordinarios, sismos o por la propia acumulación desde arriba de estéril.

Debe hacerse notar que existen numerosos antecedentes de flujos densos y deslizamientos en las pilas de estéril de las minas (por ejemplo en Inglaterra, el material estéril de las minas de carbón causaron pérdidas de vidas y grandes daños materiales en poblaciones e instalaciones mineras). A los peligros potenciales, se añade la contaminación del agua del arroyo y la degradación de los recursos agua, suelo, paisaje y vegetación. Los problemas relacionados con este tipo de disposición del material sobrante (tanto por la forma de disposición y como por la localización) indican claramente que éste no puede ser el mecanismo utilizado para la disposición de las cenizas de la CT. La potencial movilización, aunque sea parcial, del estéril acumulado supone un riesgo directo para la CT, así como para el puente de la ruta nacional y para la planta de tratamiento de efluentes de J. Dufour.

	Erosión hídrica	Erosión eólica	Anegamiento	Deslizamientos	Flujos densos	Caídas de rocas
Morenas	Moderado	Bajo	Muy bajo	Moderado	Bajo	Bajo
Paisaje erosivo-depositacional glaciar	moderado	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo	Moderado
Laterales de valles glaciares	Alta	Bajo	Bajo	Moderado	Alto	Alto
Terrazas y planicies glacifluviales	Moderado	Moderado	Bajo	Bajo	Bajo	Muy bajo
Planicies aluviales	Muy alto	Bajo	Muy alto	Moderado	Muy bajo	Bajo
Terrazas fluviales	Alto	Moderado	Moderado	Bajo	Bajo	Bajo
Cañadones y abanicos aluviales	Muy alto	Bajo	Alto	Alto	Alto	Alto
Relieve poligenético en sedimentitas terciarias	Moderado	Muy bajo	Bajo	Alto	Alto	Muy alto
Bajos y mallines	Bajo	Bajo	Muy alto	Muy bajo	Muy bajo	Muy bajo
Pendientes aluvio-coluviales	Alto	Muy bajo	Bajo	Alto	Alto	Alto
Relieve denudativo en sedimentos "santacruceses"	Alto	Moderado	Bajo	Moderado	Moderado	Moderado



Foto 1: carcavamiento por erosión hídrica en la zona de 28 de noviembre. Terraza glacifluvial.



Foto 2 : caída de rocas terciarias en las cercanías de J. Dufaur.



Foto 3 : deslizamientos y reptaje en la pendiente coluvial aledaña a la zona del futuro emprendimiento. En primer plano río Turbio y planicie aluvial del mismo.



Foto 4 : caída de un bloque de gran tamaño en las cercanías de Río Turbio, se observan las marcas en la pendiente.

TERREMOTOS

Un sismo o un terremoto es la liberación repentina de energía acumulada en la corteza terrestre, lo que produce movimientos del terreno en superficie y la reactivación de fallas. El punto donde se origina el terremoto se denomina hipocentro o foco. El epicentro es el punto de la superficie terrestre situado en la vertical del foco. A lo largo de las zonas de contacto entre placas tectónicas se generan grandes esfuerzos que provocan las dislocaciones súbitas y violentas. La mayor zona de contacto entre placas en el mundo es la llamada Cinturón de Fuego del Pacífico (Figura 1), a la que se le asocia el 90% de la sismicidad total del planeta. Aquí han tenido lugar los mayores terremotos registrados instrumentalmente en el siglo XX (en Chile, 1960 y en Alaska, 1964).

Desde el punto de vista de la tectónica actual, alrededor de los 52° de Latitud Sur se ubica el punto triple de tipo subducción-subducción-transforme donde interaccionan las placas Sudamericana, Antártica y de Scotia. Además, la región estudiada coincide con la Zona Volcánica Austral, la que presenta actividad volcánica y sísmica. Al norte de los 52° LS, la subducción de la placa Antártica por debajo de la Sudamericana es ortogonal con dominio de mecanismos focales transcurrentes. Al sur de los 52° LS, el límite entre la placa de Scotia y la Sudamericana pasa a ser transcurrente (Ramos, 1999 a). La velocidad de convergencia al norte del punto triple es a razón de 2 cm/año.

Por medio de la escala de Magnitudes de Richter (Cuadro 1 se cuantifica la energía

sísmica liberada por el terremoto. La escala de Richter es absoluta y logarítmica, se basa en las amplitudes de ondas registradas en la superficie.

Por otro lado, la Escala de Mercalli mide la intensidad de los sismos en función de sus efectos destructores. Tiene doce clases (I-XII) y es una clasificación más subjetiva, pero más fácilmente utilizable, porque se evidencia en construcciones y objetos que nos rodean y no requiere de instrumental para evaluar el grado del sismo (Cuadro 2).

De acuerdo con los registros sísmicos (Cuadro 3 y figura 2) proporcionados por el INPRES (Instituto Nacional de Prevención Sísmica), el área de estudio presenta sismos de entre 5 a 4 grados de magnitud en la escala de Richter; los epicentros se ubican a 33 km de profundidad (probablemente relacionada con la profundidad de la placa Antártica subductada). Por la magnitud de estos sismos, seguramente, fueron percibidos por la población cercana. Las intensidades son de entre III y IV en la escala de Mercalli. La confirmación de esto se hace difícil, debido a que es una zona con baja densidad poblacional. De igual manera las intensidades son difíciles de cuantificar, ya que uno de sus parámetros está relacionado con la percepción de la población.

Conforme a la zonificación realizada por el INPRES (figura 3), la región considerada está localizada dentro de la ZONA 1, correspondiente a una PELIGROSIDAD SÍSMICA REDUCIDA (INPRES, 1999). Esta asignación es efectuada en función de la ponderación de una serie de indicadores y variables entre las que se

>8	Destrucción casi total
7,4-8	Gran destrucción
7-7,3	Destrucción severa
6,2-6,9	Destrucción de algunos edificios
5,5-6,1	Desperfectos en edificios
4,9-5,4	Percibido por toda la población
4,3-4,8	Percibido por una parte importante parte de la población
3,5-4,2	Percibido por una pequeña parte de la población
2,0-3,4	Únicamente detectados por instrumental

Cuadro 1. Escala de magnitudes de Richter.

Grado I	Sacudida sentida por muy pocas personas en condiciones especialmente favorables.
Grado II	Sacudida sentida sólo por pocas personas en reposo, especialmente en los pisos altos de los edificios. Los objetos suspendidos pueden oscilar.
Grado III	Sacudida sentida claramente en los interiores, especialmente en los pisos altos de los edificios, muchas personas no lo asocian con un temblor. Los vehículos estacionados pueden moverse ligeramente. Vibración como la originada por el paso de un camión. Duración estimable.
Grado IV	Sacudida sentida durante el día por muchas personas en los interiores, por pocas en el exterior. Por la noche algunas despiertan. Vibración de vajillas, vidrios de ventanas y puertas; los muros crujen. Sensación como de un camión chocando contra un edificio, los vehículos estacionados se balancean claramente.
Grado V	Sacudida sentida casi por todo el mundo; muchos despiertan. Algunas piezas de vajilla, vidrios de ventanas, etcétera, se rompen; en pocos casos se agrietan; caen objetos inestables. Se observan perturbaciones en los árboles, postes y otros objetos altos. Se detienen de relojes de péndulo.
Grado VI	Sacudida sentida por todo mundo; muchas personas atemorizadas huyen hacia afuera. Algunos muebles pesados cambian de sitio; pocos ejemplos de caída o daño en chimeneas. Daños ligeros.
Grado VII	Advertido por todos. La gente huye al exterior. Daños sin importancia en edificios de buen diseño y construcción. Daños ligeros en estructuras ordinarias bien construidas; daños considerables en las débiles o mal planeadas; rotura de algunas chimeneas. Estimado por las personas que conducen vehículos en movimiento.
Grado VIII	Daños ligeros en estructuras de diseño especialmente bueno; considerable en edificios ordinarios con derrumbe parcial; grande en estructuras débilmente construidas. Los muros salen de sus armaduras. Caída de chimeneas, pilas de productos en los almacenes de las fábricas, columnas, monumentos y muros. Los muebles pesados se vuelcan. Arena y lodo proyectados en pequeñas cantidades. Cambio en el nivel del agua de los pozos. Pérdida de control en las personas que guían vehículos.
Grado IX	Daño considerable en las estructuras de diseño bueno; las armaduras de las estructuras bien planeadas se desploman; grandes daños en los edificios sólidos, con derrumbe parcial. Los edificios salen de sus cimientos. El terreno se agrieta notablemente. Las tuberías subterráneas se rompen.
Grado X	Destrucción de algunas estructuras de madera bien construidas; la mayor parte de las estructuras de mampostería y armaduras se destruyen con todo y cimientos; agrietamiento considerable del terreno. Las vías del ferrocarril se tuercen. Considerables deslizamientos en las márgenes de los ríos y pendientes fuertes. Invasión del agua de los ríos sobre sus márgenes.
Grado XI	Casi ninguna estructura de mampostería queda en pie. Puentes destruidos. Anchas grietas en el terreno. Las tuberías subterráneas quedan fuera de servicio. Hundimientos y derrumbes en terreno suave. Gran torsión de vías férreas.
Grado XII	Destrucción total. Ondas visibles sobre el terreno. Perturbaciones de las cotas de nivel (ríos, lagos y mares). Objetos lanzados en el aire hacia arriba.

Cuadro 2. Escala de Intensidades de Mercalli.

destacan: la recurrencia histórica de sismos, sus intensidades, la probabilidad de ocurrencia de sismos de magnitud alta, la localización geológico-estructural, la presencia de fallas activas y la actividad neotectónica. En el área de estudio, las intensidades máximas más probables de ocurrir en 100 años son ma-

yores e iguales a VI en la escala de Mercalli (INPRES, 1977).

Es necesario aclarar que la zonificación de peligrosidad sísmica del INPRES fue hecha a una escala de poco detalle. No se observan evidencias de fallas activas dentro de la zona de trabajo, probablemente debido

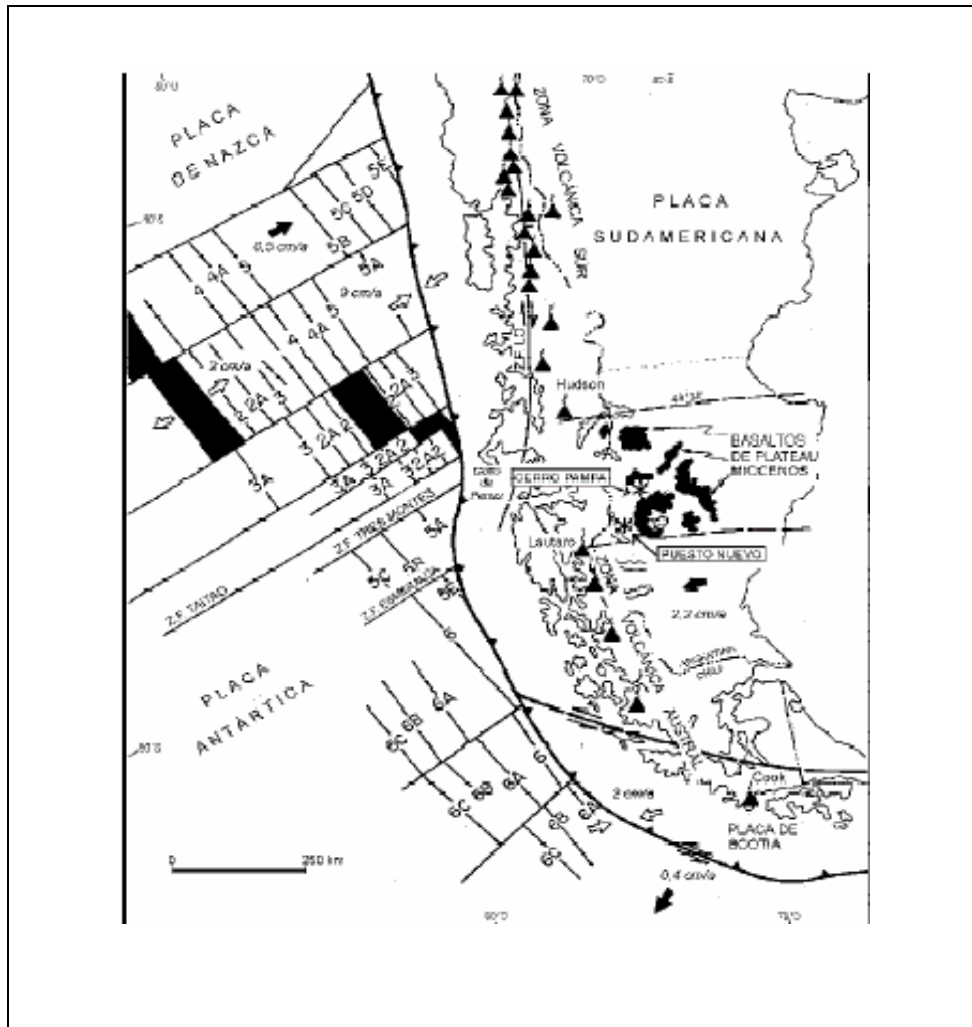


Figura 1. Mapa donde se observa la distribución de las placas tectónicas, tomado de Ramos (1999 b).

a la falta de estudios estructurales de detalle.

Se debe considerar que el factor de peligrosidad de sismos de magnitudes menores a 5 en la escala de Richter son los efectos indirectos, que pueden actuar como agentes disparadores de fenómenos gravitacionales. Se ha constatado que los eventos de remoción en masa más devastadores estuvieron asociados a eventos sísmicos o volcánicos.

En consecuencia, los sismos deben tenerse en cuenta en la planificación y realización de cualquier tipo de emprendimiento, ya que pueden generar inestabilidad en taludes o pendientes y producir así el impacto sobre las obras de infraestructura y viviendas.

A modo de conclusión parcial, puede señalarse que:

1. El área de estudio está ubicada en una zona de margen tectónico activo con actividad sísmica.
2. Según el INPRES, el área registra sismos con magnitudes alrededor de 5 en la escala de Richter desde el año 1930 (aproximadamente) hasta el 2004 (Véase cuadro 3).
3. Cada 100 años puede ocurrir un sismo de grado mayor a VI en la escala de Intensidades de Mercalli.
4. Al efecto destructor de un sismo se suma su acción como elemento disparador de fenómenos de remoción en masa. Teniendo en cuenta la intensidad moderada de los sismos, las características geomorfológicas de la zona así como la existencia de depósitos antrópicos de gran magnitud, probablemente esta última constituya el princi-

FECHA:	Fuente	Latitud	Longitud	Profundidad (km)	Magnitud	Intensidad	Fuente	Lugar
13/07/1930	LPA	-52,100	-70,700	33,0	6,2			
19/03/1932	LPA	-51,000	-65,500	33,0	0			
19/03/1932	LPA	-51,500	-62,000	33,0	0			
13/05/1950	OAU	-51,880	-72,000	33,0	0			
14/06/1970	ISC	-52,030	-73,900	33,0	4,6			
13/04/1973	CGS	-52,500	-72,000	11,0	5,1			
29/06/1987	GS	-51,736	-71,973	10,0	5			
27/05/1998	GS	-51,530	-71,900	33,0	4,5			
24/06/1998	GUC	-51,500	-71,900	33,0	4,2			
30/03/2000	GS	-52,022	-72,209	33,0	4,1			
27/01/2001	IAA	-51,072	-62,390	33,0	3,5			
21/04/2001	IAA	-52,116	-65,103	33,0	3,3			
21/08/2001	IAA	-52,688	-70,292	33,0	2,8			
21/09/2002	IAA	-52,393	-61,489	33,0	3,4			
19/03/1932	LPA	-51,000	-65,500	33	0			
24/01/1944	SJA	-50,200	-72,150	30	5	V	SJA	El Calafate, Santa Cruz
08/04/1959	CGS	-50,500	-73,000	33	6,2			
29/09/1966	ISC	-50,470	-72,400	52	4,7			
10/09/1986	GS	-50,240	-71,290	33	5			
25/01/1992	GS	-50,421	-72,158	33	5,1			
30/07/1992	GS	-50,357	-72,095	10	5,5	IV	GS	El Calafate, Santa Cruz
09/04/1999	GS	-50,460	-72,230	33	4,3			
30/09/2000	IAA	-50,387	-72,932	33	3,8			
30/08/2004	GS	-50,695	-72,137	25	5	IV	SJA	El Calafate, Santa Cruz
31/08/2004	GS	-50,630	-72,327	19	4,7			
07/09/2004	GS	-50,686	-72,237	37	3,6			
05/10/2004	GS	-50,627	-72,296	28	4,7	III	SJA	Río Turbio, Santa Cruz
06/12/2004	SJA	-50,500	-72,750	33	4,7	IV	SJA	El Calafate, Santa Cruz
05/07/2005	PDE	-50,668	-72,074	22	5,1			

Cuadro 3. Registros sísmicos tomados entre 50° LS y 53° LS y 73° LO y 60° LO.

pal factor de peligrosidad asociada a sismos en el área abarcada en el presente estudio.

El INPRES es el encargado de recopilar registros e información sísmica en la Argentina desde 01 de enero de 1800. Esta tabla es un extracto de los registros alrededor del área de estudio, IAA: Instituto Antártico Argentino; ISC:

International Sismologic Center, Kew, England, UK; CGS: Coast and Geodetic Survey, USA; LPA: Observatorio Astronómico La Plata, Argentina; SJA: INPRES, San Juan, Argentina; GS: U.S. Geological Survey, Denver, Colorado, USA; OAU: Observatorio Astronómico La Plata, Argentina; GUC: Departamento de Geofísica, Universidad de Chile; PDE: Preliminar Determination Epicenter (GS).

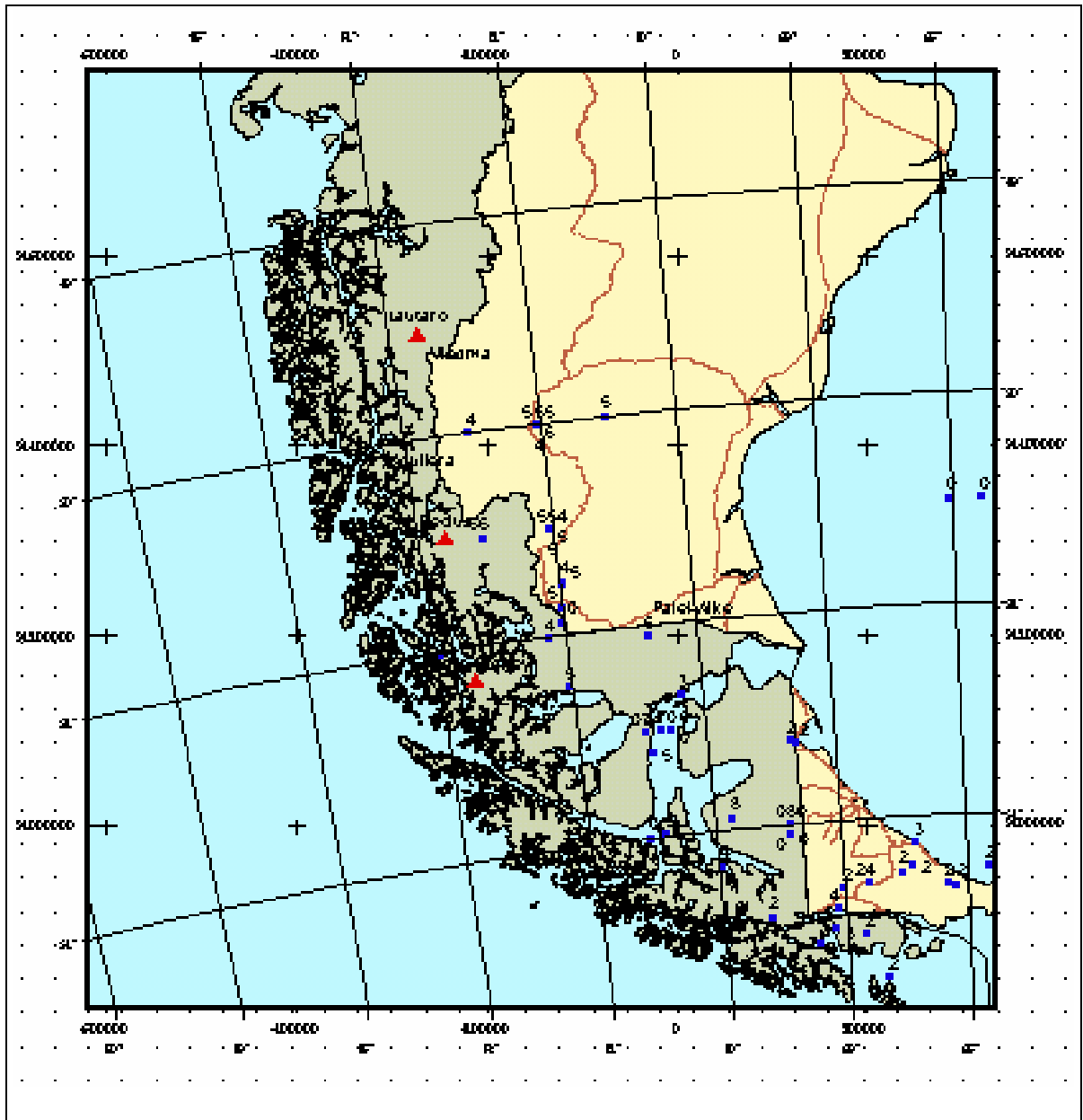


Figura 2. Sismos registrados en la zona de estudio.

VOLCANISMO

El área estudiada pertenece al segmento fueguino de la Zona Volcánica Austral, entre los 49° 00' LS y los 54° 00' LS. Esta zona volcánica es originada por el mecanismo de subducción de la placa oceánica Antártica por debajo de la placa continental Sudamericana.

En función de su actividad, los volcanes pueden dividirse en tres grupos: 1) Activos, 2) Inactivos y 3) Dormidos. Activos son los volcanes con evidencias de actividad actual o en tiempos históricos. Inactivos son los que no han tenido erupciones en tiempos históricos, están fuertemente erosionados y no muestran signos de futuras erupciones y Dormidos son que no muestran actividad, pero los aparatos volcánicos no se encuentran erosionados. En el presente apartado solo se consideran los volcanes activos.

Los volcanes de los Andes del Sur de la Argentina y de Chile, son esencialmente volcanes compuestos o estratovolcanes en los que predominan las erupciones explosivas y efusivas (estrombolianas, vesubianas y plinianas) y por consiguiente presentan grados de peligrosidad moderada a alta.

Los principales volcanes con registro de actividad de la región son: Lautaro, Viedma, Aguilera, Reclus y Monte Burney. La información se basa en el Programa de monitoreo volcánico internacional del Instituto Smithsonian de EEUU (<http://www.volcano.si.edu/world/allnames.htm>). En la figura 4 se observa la distribución de los principales volcanes de la región.

El volcán Lautaro es un estratovolcán ubicado en las coordenadas 49° 01' 00" LS y 73° 33' 00" LO (foto 5). Al norte del Lautaro, subduce la dorsal sísmica de Chile, que separa la placa oceánica de Nazca de la placa oceánica Antártica, este fenómeno produce una zona de silencio volcánico, de 300 km, entre los volcanes Cerro Hudson y Lautaro. El volcán Lautaro es uno de los más altos de Chile, al sur de los 40° de Latitud, tiene 3607 m de altura y está cubierto por un glaciar. Posee registro histórico de actividad y la última erupción, de carácter explosiva y de composición predominantemente dacítica, fue en octubre de 1961.

El volcán Viedma (foto 6) es del tipo subglacial de 1500 m de altura, emplazado a los 49° 21' 30" de LS y 73° 17' 00" de LO, al noroeste del Hielo Continental Patagónico Sur cer-

cano al lago Viedma. Tiene cuatro grandes cráteres o calderas, entre 1,5 y 4 km de diámetro, localizados a lo largo de una línea N-S. El último registro de erupción fue alrededor de noviembre de 1988. El estilo fue del tipo explosivo, en consecuencia se depositaron cenizas y pómez sobre el Hielo Continental Patagónico Sur y se produjo un *mudflow* que llegó hasta el lago Viedma.

El volcán Aguilera está ubicado al oeste del lago Argentino (50° 20' 00" LS y 73° 45' 00" LO). Es un estratovolcán del Holoceno tardío, de 2546 m de altura. Las evidencias geoquímicas indican que es dacítico. No se tienen registros de actividad.

El volcán Reclus (50° 57' 50" LS y 73° 35' 05" LO) presenta una elevación de 1000 m s.n.m., consiste en un gran cono piroclástico de composición dacítica, con un cráter de 1 km de diámetro. Actualmente es erodado por el Glaciar Amalia, el cual drena hacia el Hielo Continental Patagónico Sur. Se tienen registros históricos de erupciones explosivas en los siglos 19 y 20 (1908, 1879, 1869).

El Monte Burney (52° 20' 00" LS y 73° 24' 00" LO) es un volcán de tipo estratovolcán, se localiza a 200 km al NO de Punta Arenas (foto 7). Posee una altura de 1758 m s.n.m. y está cubierto por hielo. El borde de la caldera pleistocena es de 6 km de diámetro. Las fisuras de los flancos producen flujos piroclásticos de composición andesítica-dacítica y material piroclástico. El colapso del edificio volcánico provocó avalanchas de detritos hacia el SSO. Solo se conoce un evento histórico de erupción, en marzo de 1910 y fue de carácter explosivo.

Existen numerosos factores de peligrosidad relacionados a la actividad volcánica. Los estilos eruptivos determinan la potencial peligrosidad de una erupción volcánica. La viscosidad del magma es el factor central. Si la lava es muy viscosa, la erupción volcánica será de tipo explosivo y por lo tanto mucho más peligrosa. Según el grado de explosividad de un volcán, predominan en la erupción diferentes productos: lavas, fragmentos de rocas (piroclastos) y gases. Consecuentemente, según la preponderancia de uno u otro producto, las erupciones pueden ser efusivas, explosivas o exhalativas.

Hasta cierto punto, los eventos volcánicos pueden ser anticipados. El primer paso en la predicción o pronóstico de la actividad de un volcán es el conocimiento y el estudio del com-

Volcán	Ubicación		Altura m s.n.m	Tipo	Últimas erupciones	Actividad
	Latitud Sur	Longitud Oeste				
Lautaro	49° 01' 00"	73° 33' 00"	3607	Estratovolcán	Octubre de 1961	Activo
Viedma	49° 21' 30"	73° 17' 00"	1500	Volcán subglacial	Noviembre de 1988	Activo
Aguilera	50° 20' 00"	73° 45' 00"	2546	Estratovolcán	Sin registro (Holoceno tardío)	Activo
Reclus	50° 57' 50"	73° 35' 05"	1000	Cono de ceniza volcánica	1908, 1879, 1869	Activo
Monte Burney	52° 20' 00"	73° 24' 00"	1758	Estratovolcán	Marzo de 1910	Activo

portamiento pasado del mismo, para poder determinar el estilo de erupción y el intervalo de actividad volcánica. En función de esto, se puede predecir el tipo de actividad esperada y el impacto potencial que presente.

Existen muchos fenómenos peligrosos asociados a los volcanes, excluyendo los terremotos y tsunamis, se reconocen cinco:

- Flujos de lavas
- Caída balística de tefras
- Flujos piroclásticos
- Lluvias de cenizas
- Emisión de gases
- Lahares y *glacier bursts* (explosión de glaciares)

La mayoría de los efectos de los diferentes peligros volcánicos se limitan a las cercanías de los aparatos volcánicos, a excepción de las lluvias de cenizas, las cuales pueden perturbar grandes extensiones y zonas alejadas a varios cientos de kilómetros del centro eruptivo.

La mayor parte de los volcanes se ubican en territorio chileno o en la zona del límite, relativamente alejados de centros poblados. En consecuencia, el principal peligro volcánico, para la zona de Río Turbio, es la caída de tefras y otros materiales piroclásticos. Debido a la alta frecuencia de vientos de gran intensidad, procedentes del cuadrante O-SO-NO (más del 90%), el riesgo potencial debido a la lluvia de cenizas es moderado, si bien la distancia a los volcanes es considerable, lo que disminuiría hasta cierto punto el impacto.

Dentro de la zona directamente abarcada por el presente estudio no hay evidencias de volcanismo cuaternario, por lo que se descarta la posibilidad de una erupción en la zona. El área está fuera del alcance de las fracciones volcánicas más gruesas (tefras balísticas) y de aquellos procesos generados por las erupciones como flujos piroclásticos, lahares, flujos lávicos y exhalaciones gaseosas.

Los efectos e impactos de las lluvias de ceniza en la región, si bien son múltiples y variables, pueden resumirse en los siguientes:



Foto 5. Volcán Lautaro



Foto 6. Volcán Viedma



Foto 7. Volcán Monte Burney

Fotos tomadas de: Smithsonian National Museum of Natural History (<http://www.volcano.si.edu/world/allnames.htm>)

- Sobre la vegetación natural y la fauna
- Incendios
- Sobre la agricultura y la ganadería (pérdida de cosechas y mortandad de animales)
- Sobre los cuerpos de agua y sobre el abastecimiento de agua

- Sobre las viviendas, vías de comunicación y obras de infraestructura
- Sobre el transporte (terrestre y aéreo)
- En las comunicaciones
- Sobre la salud de las personas (principalmente problemas respiratorios, pero también puede provocar afecciones en la piel o en la vista)

Es importante destacar, que salvo en lo referente a incendios forestales, los otros aspectos no suelen estar incorporados en los planes de contingencia. Si se tiene en cuenta la recurrencia de la depositación de cenizas, en tiempos geológicos recientes, la probabilidad de ocurrencia de estos fenómenos es alta y por lo tanto debería ser tomada en cuenta en el tiempo futuro en los planes de defensa civil.



Figura 4. Ubicación de volcanes. Tomado de la base de datos de peligrosidad de DGAA- SEGEMAR

BIBLIOGRAFÍA

- INPRES, 1977. Zonificación sísmica de la República Argentina. Publicación Técnica N° 5, 17 figuras, 31 páginas.
- INPRES, 1999. Manual de Previsión Sísmica. Servicio Geológico Minero Argentino, 21 figuras, 42 páginas.
- Ramos, V., 1999 a. Plate tectonic setting of the Andean Cordillera. *Episodios, Special Volume: Geology of South America*
- Ramos, V., 1999 b. Rasgos estructurales del Territorio Argentino. 1. Evolución tectónica de la Argentina. En: Caminos, R. (Ed.), *Geología Argentina, Anales 29, (24):715-778*. Buenos Aires.

Evaluación de Impactos



INTRODUCCIÓN

A partir de la información de línea de base desarrollada en el capítulo de Descripción del Medio, con el objeto de definir el estado preoperacional de referencia, se identifica la forma en que los diferentes componentes ambientales podrían resultar afectados por las distintas etapas involucradas en el proyecto y sus principales actividades.

El procedimiento de evaluación de impacto ambiental (EIA) comprende los siguientes pasos:

- I. IDENTIFICACIÓN DE LAS ACCIONES DEL PROYECTO
- II. IDENTIFICACIÓN DE FACTORES AMBIENTALES
- III. EVALUACIÓN DE IMPACTO
- IV. ELABORACIÓN DE MATRIZ DE IMPACTO AMBIENTAL

I. IDENTIFICACIÓN DE LAS ACCIONES DEL PROYECTO

Las acciones del proyecto que pueden producir impactos potenciales se enumeran a continuación según la etapa del proyecto:

- A. Fase de construcción
 - A.1. Preparación del terreno
 - A.2. Cimientos y construcciones civiles
 - A.3. Uso del agua
 - A.4. Derivación de agua
 - A.5. Tráfico de vehículos
 - A.6. Ruidos y vibraciones
 - A.7. Generación de empleo
 - A.8. Inversión
- B. Fase operación
 - B.1. Transporte de carbón y estéril
 - B.2. Transporte de residuos sólidos urbanos (RSU)
 - B.3. Transporte y almacenamiento de insumos y aditivos (caliza, urea, sustancias químicas)
 - B.4. Descarga y almacenamiento de carbón y estéril
 - B.5. Descarga y acopio de RSU
 - B.6. Abastecimiento de agua
 - B.7. Vertido de aguas residuales
 - B.8. Emisiones de gases
 - B.9. Generación de material particulado
 - B.10. Transporte y disposición de cenizas
 - B.11. Disminución de escombreras
 - B.12. Ruidos y vibraciones

- B.13. Generación de energía eléctrica
- B.14. Generación de empleo

II. IDENTIFICACIÓN DE FACTORES AMBIENTALES

Temáticamente el ambiente está constituido por elementos y procesos interrelacionados, los cuales pertenecen a los siguientes sistemas: medio biofísico, medio socioeconómico y cultural, y subsistemas (medio inerte, medio biótico y medio perceptual por una parte y medio rural, medio sociocultural y medio económico por otra). Cada uno de estos subsistemas presenta una serie de componentes ambientales susceptibles de recibir impactos, entendidos como los elementos, cualidades y procesos del entorno que pueden ser afectados por el proyecto.

Los factores ambientales considerados son los recursos edáficos (suelos), paisaje, hídricos (agua superficial y subterránea), el aire, los recursos biológicos (fauna, flora y ecosistemas).

El recurso Aire y los Aspectos Socio-Económicos, se desarrollan en los capítulos correspondientes.

III. EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

Se desarrolla una primera aproximación al estudio de acciones y efectos que se prevé se producirán sobre el medio por la consecución del proyecto, sobre los parámetros ambientales

Se realizó una breve descripción de cada una de las acciones consideradas en el proyecto. Se identifican las interrelaciones ambientales de las mismas con los factores del medio y de los potenciales impactos ambientales en cada etapa.

A. Fase de construcción

A.1. Preparación del terreno

Consiste en las tareas de preparación del área. Se trata de adaptaciones del terreno a través de desmonte, relleno, drenaje de profundidad y nivelación.

El terreno corresponde a un predio que posee categoría de uso industrial, donde se observan las siguientes actividades:

- Club Hípico

- Sector de repositorio de residuos sólidos urbanos de las localidades de Río Turbio y J. Dufour
- Acueducto, proveniente del arroyo Primavera, que abastece de agua potable a la localidad de 28 de Noviembre.
- Traslado de gas

A.1.1. Impacto sobre la biota

Alteración de flora, pérdida de biodiversidad: En general, los movimientos de tierra vinculados a la preparación del terreno producirán la eliminación de la cubierta vegetal. La zona del predio sostiene una vegetación herbácea sumamente modificada, que no representa las comunidades ecológicas naturales. Por este motivo se indica un bajo valor ecológico y no será significativa la alteración de los ecosistemas del predio ni la pérdida de biodiversidad.

Alteración de la fauna, pérdida de biodiversidad: No existen en este sitio puntualmente, especies de fauna protegidas ni hábitat específicos. Por lo que el impacto sobre la fauna será muy poco significativo.

Modificación de ecosistemas: La eliminación de la cubierta vegetal puede traer aparejados efectos sinérgicos, ya sea por la acción directa de remoción como por la generación de polvo que altere la productividad vegetal, incrementará procesos erosivos y como consecuencia de esto, puede afectar la calidad del agua del río Turbio.

A.1.2. Impacto sobre suelos y paisaje

Degradación de suelos: Impermeabilización del suelo por compactación, destrucción de la estructura del horizonte A. Aumento de los procesos erosivos. Modificación del drenaje de suelos por disminución de la porosidad y permeabilidad.

Pérdida de la capacidad productiva de los suelos: Pérdida o tapado del horizonte productivo de los suelos (A, Mólico). Variación del drenaje de los suelos, existencia de condiciones reductoras en la zona radicular. Variación en la aireación de los suelos.

Valor estético: Acumulaciones de material en pilas, destrucción cobertura vegetal, degradación del paisaje.

Modificación del drenaje: Obstrucción de cursos fluviales efímeros, variación del curso del río Turbio por acumulación de material compactado en la ribera impidiendo la nor-

mal migración del curso. Desaparición de pequeños mallines. Aumento de la escorrentía y disminución de la infiltración.

Alteración de la morfodinámica: Incremento de la erosión-depositación fluvial, aumento de la erosión eólica.

Estabilidad de taludes: Creación de pendientes artificiales que pueden ser inestables.

Peligros naturales (inundaciones, erosión hídrica, remoción en masa): Aumento en la erosión hídrica.

A.1.3. Impacto sobre agua superficial y subterránea

Calidad de agua subterránea: Esta etapa puede producir la consolidación e impermeabilización de la zona subsaturada perturbando la tasa de recarga del acuífero y su dinámica subterránea. La posibilidad de derrames tóxicos al suelo, en su estado natural, con alto índice de permeabilidad, pondría en serio peligro la calidad del agua subterránea.

Calidad de agua superficial: Las actividades de remoción del suelo pueden ocasionar la generación de polvo que afecten los parámetros físico químicos actuales de este recurso.

Afectación de caudales: Los impactos no son significativos pero se prevén impermeabilización del terreno y modificación del drenaje

A.1.4. Recomendaciones

Se recomienda trasladar el repositorio de RSU ya que está ubicado en la margen del río, un sector vulnerable ambientalmente que puede verse afectado por los lixiviados que genere. Por otra parte constituye un sustrato inadecuado para la edificación de la Central Térmica (CT), que podría sufrir hundimientos por compactación de los residuos. Además, la descomposición de dichos materiales generaría gases que deberían ventearse y establecerían un verdadero riesgo de siniestro para la CT.

Con respecto al acueducto, éste se encuentra a escasa profundidad, 1,5 m aproximadamente (Comunicación personal de Ing. Mele, Servicios Públicos) y posee asbesto en su constitución, por lo que debe tomarse especial cuidado en las tareas de traslado.

Evitar los derrames de cualquier material sólido o líquido (aceites, hidrocarburos) en el predio por ser la planicie aluvial del río.

A.2. Cimientos y construcciones civiles

La cimentación de las obras civiles previstas según el proyecto, corresponde a estructuras-soporte subterráneas de hormigón armado y en la parte superior de acero u hormigón armado.

El nivel $\pm 0,00$ m de la Obra corresponde a la cota + 260,00 m s.n.m. Las construcciones civiles no tendrán sótanos (salvo algunas excepciones).

Las dimensiones básicas de toda la Obra son aproximadamente 700 x 200 m, con una superficie aprovechada de 500 x 200 m, de forma irregular.

La etapa de construcción de los cimientos y de la Obra civil se caracteriza por tener:

- El máximo de personal trabajando (450 personas)
- Descarga y acopio de importantes volúmenes de materiales de construcción en general
- Importante demanda de áridos para fabricación de hormigón
- Generación de residuos de la construcción (mamostería, escombros, etc.)

A.2.1. Impactos sobre la biota

Se identifican los mismos impactos que la acción anterior.

A.2.2. Impactos sobre suelos y paisaje

Alteración de flora, pérdida de biodiversidad: En general, los movimientos de tierra vinculados a la preparación del terreno producirán la eliminación de la cubierta vegetal. La zona del predio sostiene una vegetación herbácea sumamente modificada, que no representa las comunidades ecológicas naturales. Por este motivo se indica un bajo valor ecológico y no será significativa la alteración de los ecosistemas del predio ni la pérdida de biodiversidad.

Alteración de la fauna, pérdida de biodiversidad: No existen en este sitio puntualmente, especies de fauna protegidas ni hábitat específicos. Por lo que el impacto sobre la fauna será muy poco significativo.

Modificación de ecosistemas: La eliminación de la cubierta vegetal puede traer aparejados efectos sinérgicos, ya sea por la acción directa de remoción como por la generación de polvo que altere la productividad vegetal, incrementará procesos erosivos y como consecuencia de esto, puede afectar la calidad del agua del río Turbio

A.2.2. Impactos sobre suelos y paisaje:

Degradación de suelos: Impermeabilización del suelo por compactación, destrucción de la estructura del horizonte A. Aumento de los procesos erosivos. Modificación del drenaje de suelos por disminución de la porosidad y permeabilidad.

Pérdida de la capacidad productiva de los suelos: Pérdida o tapado del horizonte productivo de los suelos (A, Mólico). Variación del drenaje de los suelos, existencia de condiciones reductoras en la zona radicular. Variación en la aireación de los suelos.

Valor estético: Acumulaciones de material en pilas, destrucción cobertura vegetal, degradación del paisaje.

Modificación del drenaje: Obstrucción de cursos fluviales efímeros, variación del curso del río Turbio por acumulación de material compactado en la ribera impidiendo la normal migración del curso. Desaparición de pequeños mallines. Aumento de la escorrentía y disminución de la infiltración.

Alteración de la morfodinámica: Incremento de la erosión-depositación fluvial, aumento de la erosión eólica.

Estabilidad de taludes: Creación de pendientes artificiales que pueden ser inestables.

Peligros naturales (inundaciones, erosión hídrica, remoción en masa): Aumento en la erosión hídrica.

A.2.3. Impactos sobre agua superficial y subterránea:

Calidad de agua subterránea: Esta etapa puede producir la consolidación e impermeabilización de la zona subsaturada perturbando la tasa de recarga del acuífero y su dinámica subterránea. La posibilidad de derrames tóxicos al suelo, en su estado natural, con alto índice de permeabilidad, pondría en serio peligro la calidad del agua subterránea.

Calidad de agua superficial: Las actividades de remoción del suelo pueden ocasionar la generación de polvo que afecten los parámetros físico químicos actuales de este recurso.

Afectación de caudales: Los impactos no son significativos pero se prevén impermeabilización del terreno y modificación del drenaje.

A.2.4. Recomendaciones

Debe tomarse precaución en los traslados y almacenamiento de materiales de construcción.

Prever una importante demanda de infraestructura en general: vivienda, transporte y sobretodo sanitaria, considerando una planta de 450 trabajadores.

Implementar una adecuada gestión para la disposición de las aguas domésticas y servidas que se generen, para lo cual pueden utilizarse baños químicos. Debería evitarse la construcción de pozos sépticos, ya que contaminaría el agua subterránea y superficial.

Efectuar una prospección de posibles fuentes de provisión de áridos para realizar una explotación racional de estos materiales que son recursos naturales, ya que las canteras suponen un impacto ambiental del sitio donde se extrae el material.

Implementar una adecuada gestión para la disposición de los residuos de construcción.

A.3. Uso del agua

El abastecimiento de agua durante la construcción se realizará del río Turbio, a través de la estación de bombeo situada en el punto de toma, por medio de bombas sumergibles. El agua del río ingresa por el canal a través de rejillas hacia los dos pozos con bombas.

Se considera el uso del agua independientemente de la etapa de construcción por constituir un recurso crítico en la zona y por tener un uso intensivo en esta etapa para la fabricación de hormigón. Según el proyecto, la cimentación de las Obras civiles previstas corresponde a estructuras-soporte subterráneas de hormigón armado y la parte superior de acero u hormigón armado.

A.3.1. Impacto sobre la biota

Alteración de flora, pérdida de biodiversidad: Los ecosistemas más vulnerables a esta acción son los humedales, en las dos categorías descritas, pastizales y bajos. Cualquier actividad que modifique la cantidad o calidad de agua en estos ecosistemas tendrá como consecuencia la pérdida de biodiversidad y, en consecuencia, alteración de la estructura de las comunidades vegetales.

Alteración de fauna, pérdida de biodiversidad: Las especies que habitan o de-

sarrollan sus nichos ecológicos en este ambiente se verán afectadas por esta acción. Al ser alterado el hábitat donde nidifican o las especies sobre las que predan, podrán observarse impactos sobre las comunidades de avifauna e invertebrados que los habitan.

Modificación de ecosistemas: La dinámica de los humedales depende de su condición hídrica. Las variantes en la misma se manifestarán en perturbaciones de distinto grado sobre la estructura de estos ecosistemas.

A.3.2. Impacto sobre suelos y paisajes

Degradación de suelos: Impermeabilización del suelo por compactación, destrucción de la estructura del horizonte A. Aumento de los procesos erosivos. Modificación del drenaje de suelos por disminución de la porosidad y permeabilidad.

Pérdida de la capacidad productiva de los suelos: Pérdida o tapado del horizonte productivo de los suelos (A, Mólico). Variación del drenaje de los suelos, existencia de condiciones reductoras en la zona radicular. Variación en la aireación de los suelos.

Valor estético: Acumulaciones de material en pilas, destrucción cobertura vegetal, degradación del paisaje.

Modificación del drenaje: Obstrucción de cursos fluviales efímeros, variación del curso del río Turbio por acumulación de material compactado en la ribera impidiendo la normal migración del curso. Desaparición de pequeños mallines. Aumento de la escorrentía y disminución de la infiltración.

Alteración de la morfodinámica: Incremento de la erosión-depositación fluvial, aumento de la erosión eólica.

Peligros naturales (inundaciones, erosión hídrica, remoción en masa): Aumento en la erosión hídrica.

A.3.3. Impacto sobre agua subterránea y superficial

Calidad de agua subterránea: La posibilidad de derrames tóxicos al suelo con alto índice de permeabilidad pondría en serio peligro la calidad del agua.

Calidad de agua superficial: Puede verse afectada por vertidos accidentales o incontrolados de combustibles. También puede manifestarse contaminación física, por arrastre de finos lo que incrementaría valores como la turbidez.

Afectación de caudales: Son necesarios aforos continuos para evaluar el régimen del río y poder determinar los períodos más convenientes para la utilización de agua de este recurso. La red hídrica es escasa lo cual constituye un factor limitante para las acciones que requieran de agua. Se considera impacto negativo pero por falta de datos en el PT N°2 no se califica.

A.3.4. Recomendaciones

Debe tomarse especial precaución, ya que la extracción no controlada de aguas superficiales puede afectar los caudales o bien producir contaminación con los equipos de bombeo a utilizar.

No se considera el uso del agua para otras finalidades como ser: sitio de disposición de residuos o líquidos domésticos o cloacales.

A.4. Derivación de agua

El abastecimiento de agua durante la construcción se realizará del río Turbio, en la estación de bombeo situada en el punto de toma, a través de bombas sumergibles. El agua del río ingresa por el canal a través de rejillas filtradas mecánicamente a los dos pozos con bombas.

No se dispone de mayor información respecto de los detalles de la obra de derivación de agua. El Proyecto Técnico N° 2 (PT) menciona una obra de derivación a través de un dique, sin mayores especificaciones. De acuerdo con las fuentes consultadas (Ing. Miguel Lazo) se trataría de un desvío del río para la toma de agua.

A.4.1. Impacto sobre la biota

Alteración de flora, pérdida de biodiversidad: Los ecosistemas más vulnerables a esta acción son los humedales, en las dos categorías descriptas, pastizales y bajos. Cualquier actividad que modifique la cantidad o calidad de agua en estos ecosistemas tendrá como consecuencia la pérdida de biodiversidad y, en consecuencia, alteración de la estructura de las comunidades vegetales.

Alteración de fauna, pérdida de biodiversidad: las especies que habitan o desarrollan sus nichos ecológicos en este ambiente se verán afectadas por esta acción. Al ser alterado el hábitat donde nidifican o las especies sobre las que predan, podrán observarse impactos sobre las comunidades de avifauna e invertebrados que los habitan.

Modificación de ecosistemas: La dinámica de los humedales (se están evaluando los humedales cercanos al sitio de ubicación de la CT) depende de su condición hídrica. Las variantes en la misma se manifestarán en perturbaciones de distinto grado sobre la estructura de estos ecosistemas. Si se originan cambios en el drenaje natural pueden producirse efectos sobre la carga de sedimento en humedales, lo cual alteraría las comunidades hidrófilas y la fauna con nichos vinculados a ésta.

Es importante destacar que estos ecosistemas, clasificados como pastizales en la línea de base, son utilizados como sitios de pastura para el ganado y las alteraciones sobre los mismos pueden tener consecuencias sobre esta actividad económica.

A.4.2. Impacto sobre suelos y paisaje

Degradación de suelos: Anegamiento de suelos, variación del drenaje de los suelos al afectar la dinámica del nivel freático.

Pérdida de la capacidad productiva de los suelos: Variación del drenaje de los suelos al afectar la dinámica del nivel freático, variación del pH y la conductividad.

Valor estético: Variable. Depende de las características de la Obra. Degradación de los valores estéticos por la presencia de la Obra.

Modificación del drenaje: Variaciones en el régimen hidrológico de los cursos fluviales y en la morfometría.

Alteración de la morfodinámica: Desplazamiento en la localización de zonas de erosión y depositación.

Estabilidad de taludes: Inestabilización por acción de socavamiento basal debido al oleaje o al desplazamiento de las zonas de erosión.

Peligros naturales (inundaciones, erosión hídrica, remoción en masa): Aumento de la erosión, control de las inundaciones aguas abajo.

A.4.3. Impacto sobre agua subterránea y superficial

Calidad de agua subterránea: No se identifica impacto significativo.

Calidad de agua superficial: Puede afectar la capacidad de dilución del río, aumentando valores de turbidez y sólidos disueltos. Puede verse afectada por vertidos accidentales o incontrolados de combustibles.

Afectación de caudales: Son necesarios aforos continuos para evaluar el régimen

del río y poder determinar los períodos más convenientes para la utilización de agua de este recurso. La red hídrica es escasa lo cual constituye un factor limitante para las acciones que requieran de agua. Puede afectar la capacidad de carga del río.

A.4.4. Recomendaciones

Sin recomendaciones específicas por falta de mayor información a cerca de esta acción.

A.5. Tráfico de vehículos

Se producirá un intenso tráfico de camiones y vehículos pesados originado por la provisión de insumos y materiales para la construcción de la CT y por los traslados de personal.

Considerando que en el área del predio se encuentran las siguientes circulaciones:

- Entrada al ejido urbano de Julia Dufour
- Cruce de la ruta nacional 40 y la Ruta a la localidad de Río Turbio
- Ingreso al predio industrial de YCRT
- Acceso a la ciudad de Río Turbio en consecuencia, el tráfico de vehículos producirá los siguientes efectos, cuyos impactos se tratan en los apartados correspondientes:
 - Ruidos
 - Gases de combustión (NO_x , SO_x , CO) producto de la utilización de los combustibles fósiles
 - Material particulado (metales pesados)

Las vías de acceso al predio de la Central Térmica es la Ruta Nacional N° 40.

En el caso del transporte de las partes de la CT, se realizará a través de una compañía de transporte por la ruta nacional 40, desde el puerto Loyola hasta el predio de la Obra.

Para ordenar y facilitar el ingreso a la CT, en la Obra está proyectado el acceso a través de dos puertas, una principal para el personal y otra situada en el sector norte para la entrada de camiones con insumos, materias primas y salidas de desechos.

A.5.1. Impacto sobre la biota

La circulación de vehículos y los traslados de personal suponen una alteración del hábitat de la fauna. El tráfico de vehículos produce ruidos y polvo. Los impactos de estos factores se discuten en otros apartados. Se prevén impactos relacionados con la generación de gases de combustión y material particulado. El

ruido se describe en la acción correspondiente, en este ítem se analiza solamente el efecto de gases y material particulado.

Alteración de flora, pérdida de biodiversidad: La vegetación, fundamentalmente los árboles, es capaz de acumular material particulado sobre sus troncos y hojas, que puede obturar los estomas de las células vegetales y reducir su tasa fotosintética. El poder de retención de material particulado por la vegetación arbórea varía con la especie y depende, particularmente de la forma de la hoja y su grado de pilosidad.

Los gases, como el SO_2 , ingresan al vegetal a través de los estomas y se transforman en sulfitos y sulfatos, que inician cambios metabólicos en la planta y generan disfunciones fisiológicas. Estas disfunciones pueden ser de carácter leve, como pequeños daños en el follaje, hasta letales, dependiendo de las concentraciones del SO_2 y de la exposición.

Alteración de la fauna, pérdida de biodiversidad: El principal impacto sobre la fauna está asociado a la producción de ruidos.

Modificación de ecosistemas: La disminución de la producción de biomasa por alteración del proceso fotosintético, modifica la estructura del bosque y, en consecuencia, de la fauna asociada a éste.

A.5.2. Impacto sobre suelos y paisaje

Degradación de suelos: Aumento de la compactación, contaminación por polvo y por hidrocarburos y metales pesados. Cobertura de suelos.

Pérdida de la capacidad productiva de los suelos: Relacionada a la contaminación. Eliminación o cobertura del horizonte A.

Valor estético: Degradación de los valores estéticos por la presencia de caminos y vehículos.

Modificación del drenaje: No se identifica impacto significativo.

Alteración de la morfodinámica: Variable, aumento de la erosión eólica.

Estabilidad de taludes: No se identifica impacto significativo.

Peligros naturales (inundaciones, erosión hídrica, remoción en masa): No se identifica impacto significativo.

A.5.3. Impacto sobre agua subterránea y superficial

Calidad de agua subterránea: No se prevén impactos significativos.

Calidad de agua superficial: Las emisiones de gases (SO_x y NO_x) y su relación con la generación de lluvias ácidas puede alterar el pH del agua.

Por otra parte la emisión de material particulado producto de los procesos de combustión, puede contaminar los cuerpos de aguas superficiales provocando el incremento de los sólidos en suspensión. También puede verse afectada por vertidos accidentales o incontrolados de combustibles.

Afectación de caudales: No se prevén impactos significativos.

A.5.4. Recomendaciones

Considerando la complejidad de las comunicaciones que caracterizan el sector donde está emplazada la CT, se propone organizar una logística de transporte para no interferir con el tránsito común de fondo.

Se recomienda la construcción de vías de acceso adicionales que ordenen y faciliten el ingreso a la CT.

A.6. Ruidos y vibraciones

Se producirán ruidos y vibraciones de diversas fuentes:

- Tráfico importante de vehículos pesados
- Intensivo trabajo de maquinaria pesada en el predio
- Importante dotación de personal trabajando

A.6.1. Impacto sobre la biota

Alteración de la flora, pérdida de la biodiversidad: No prevén impactos significativos.

Alteración de fauna, pérdida de biodiversidad: Los ruidos producen alteraciones sobre la fauna. Las respuestas de la fauna expuestas a diferentes intensidades de ruidos, incluyendo las características de los mismos y la duración, pueden tener graves consecuencias fisiológicas o de comportamiento. Algunos de ellos tienen implicancia sobre la pérdida de energía (por esfuerzos extras en escapar de la fuente de ruido), disminución de la alimentación, abandono del hábitat, entre otras.

Existen estudios que verifican modificaciones tanto en la conducta como en ciclos reproductivos en fauna (aves y mamíferos pequeños). Los ruidos impiden la comunicación, por ejemplo, de las aves, lo cual perturba conductas de apareamiento, alerta contra preda-

dores, etc. En los mamíferos se manifiesta como perturbaciones de carácter hormonal.

Modificación de ecosistemas: Cualquier modificación en las comunidades de la fauna, que cambie tanto sus tasas reproductivas como conductas específicas o incluso obligue al abandono del sitio, producirá alteraciones sobre la dinámica de los ecosistemas vinculados.

A.6.2. Impacto sobre suelos y paisaje

No se prevén impactos significativos.

A.6.3. Impacto sobre agua subterránea y superficial

Calidad de agua subterránea: No se prevén impactos significativos.

Calidad de agua superficial: No se prevén impactos significativos.

Afectación de caudales: No se prevén impactos significativos.

A.6.4. Recomendaciones

Minimizar y ordenar el impacto de los ruidos y vibraciones de la Obra en determinados horarios que disminuyan su molestia.

Respecto a los ruidos y vibraciones producidos por el tráfico de vehículos, se recomienda la construcción de vías de acceso adicionales que ordenen y faciliten el ingreso a la CT.

Considerando la complejidad de las comunicaciones que caracterizan el sector donde está emplazada la CT, se propone organizar una logística de transporte para no interferir con el tránsito común de fondo.

A.7. Generación de empleo

La cantidad de trabajadores durante la etapa de construcción de la Obra es de 450 personas. Esta cantidad abarca el personal de SKODAEXPORT en la Obra, trabajadores para las tareas de la Obra Civil, los trabajos de Montajes y sus sub-suministradores de los Conjuntos Operativos (jefes de la supervisión de montaje, técnicos de pruebas y de puesta en operación).

El proyecto prevé el entrenamiento y capacitación de operarios en distintos oficios específicos, requeridos para el funcionamiento de la CT.

A.7.1. Impacto sobre biota:

No se prevén impactos significativos.

A.7.2. Impacto sobre suelos y paisaje:

No se prevén impactos significativos.

A.7.3. Impacto sobre aguas superficiales y subterráneas:

No se prevén impactos significativos.

Los impactos correspondientes se tratan en el capítulo Aspectos Socio-Económicos.

A.7.4. Recomendaciones

La etapa de construcción de la CT producirá una importante demanda laboral de mano de obra tanto directa como indirecta y de servicios de infraestructura (véase Aspectos Socio-Económicos). Este efecto se traduce en un impacto positivo por el incremento en las fuentes de trabajo y la posibilidad de capacitación en nuevos oficios.

Se considera importante evaluar la disponibilidad de mano de obra local, desagregado de acuerdo con los distintos oficios requeridos.

Se recomienda satisfacer la demanda laboral priorizando el recurso humano de las localidades cercanas.

A.8. Inversión

De acuerdo con el PT N°2, todos los Conjuntos de Operación y los Objetos Civiles y de Ingeniería, permiten la obtención de una máxima relación de costo/beneficio de la Obra y el cumplimiento, de esta manera, del presupuesto indicativo de la Central, de aproximadamente 3.000.000 de Pesos por 1 MW de potencia instalada (en bornes del generador).

Están excluidos, de este cómputo aproximado, los costos de:

- Equipos y construcciones civiles y de ingeniería relacionados al tratamiento de desechos comunales
- Equipos y construcciones civiles y de ingeniería del sistema múltiple de alimentación de calderas con tres tipos de combustible
- Tratamiento completo de granulosidad de carbón
- Automatización y alimentación de funciones arriba indicadas
- Sofisticado sistema de abastecimiento de agua y depósito (tanque) multiuso de agua
- Salida de potencia independiente para YRCT
- Dieselgenerador para el arranque desde cero (con vista a la operación en la Función Isla)
- Financiamiento
- Seguros

- Eventual asistencia técnica suplementaria que pueda pactarse entre las Partes

A.8.1. Impacto sobre biota:

No se prevén impactos significativos.

A.8.2. Impacto sobre suelos y paisaje:

No se prevén impactos significativos.

A.8.3. Impacto sobre aguas superficiales y subterráneas:

No se prevén impactos significativos.

Los impactos correspondientes se tratan en el capítulo Aspectos Socio-Económicos.

B. Fase operación

B.1. Transporte de carbón y de estéril

El carbón y el estéril se transportarán desde la mina y desde las escombreras, respectivamente, al recinto de la CT. Este operativo se efectuará a través de un transportador de cinta bajo techo, el cual terminará en el primer zarandador en el recinto. Para mantener la relación del carbón no depurado y el estéril será necesario transportar ambos componentes a la CT de manera separada. El proyecto contempla un solo transportador de cinta a la CT, el cual será aprovechado para el transporte de carbón y de estéril alternativamente.

Cabe destacar que el proyecto no brinda información acerca de la ubicación de la traza donde se construiría la cinta transportadora de carbón y de estéril, obra que se encuentra en estado de licitación actualmente. Este dato es fundamental para evaluar los ambientes y objetos de infraestructura que atraviesa (ruta, vías de ferrocarril, ejido de Julia Dufour, etc) y en que forma puede afectarlos.

B.1.1. Impactos sobre la biota

No se tienen datos sobre la traza de la cinta transportadora de carbón y estériles, por lo que no se puede evaluar el impacto de esta acción.

B.1.2. Impactos sobre suelos y paisaje

Degradación de suelos: Se producirá contaminación de los suelos con partículas de carbón y estériles. Cobertura del horizonte A.

Pérdida de la capacidad productiva de los suelos: Está relacionada a la contaminación. Eliminación o cobertura del horizonte A.

Valor estético: Degradación de los valores estéticos por la presencia de la cinta transportadora.

Modificación del drenaje: Sin impacto.

Alteración de la morfodinámica: Variable, aumento de la erosión eólica.

Estabilidad de taludes: No se identifica impacto significativo.

Peligros naturales (inundaciones, erosión hídrica, remoción en masa): No se identifica impacto significativo.

B.1.3. Impacto sobre aguas superficiales y subterráneas

Calidad de agua subterránea: No se prevén impactos significativos.

Calidad de agua superficial: El transporte de carbón y estériles con medidas preventivas a través del uso de la cinta cubierta minimiza los aportes de sólidos en suspensión y el aumento de la turbidez de ríos y arroyos.

Afectación de caudales: No se prevén impactos significativos.

B.1.4. Recomendaciones

El principal problema ambiental relacionado con esta acción lo constituye la voladura de polvo de carbón provocada por los vientos permanentes durante el transporte. Este hecho se minimiza con el uso de la cinta transportadora bajo techo.

Por otra parte, la falta de información acerca de la ubicación de la traza donde se construiría la cinta transportadora de carbón y estéril, obra que se encuentra en estado de licitación actualmente, no permite realizar una estimación más completa del impacto que produce. Este dato es fundamental para evaluar los ambientes y objetos de infraestructura que atraviesa (ruta, vías de ferrocarril, ejido de Julia Dufour, etc) y en que forma puede afectarlos.

B.2. Transporte de RSU

Los desechos comunales previamente clasificados se transportarán desde la planta de tratamiento de desechos al predio de la CT a través de camiones.

El volumen de RSU, de acuerdo con el PT N° 2 es de 50 t/mes. Sin embargo, según fuentes locales, el volumen sería bajo y no constante. No existen precisiones en cuanto al tipo de clasificación de los RSU, ubicación de la planta de tratamiento, volumen ni periodicidad del transporte de los RSU a la CT.

B.2.1. Impactos sobre la biota

No se tienen datos acerca de los volúmenes de RSU ni sobre la periodicidad de su

transporte, razón por la cual no puede evaluarse el impacto de esta acción.

B.2.2. Impactos sobre suelos y paisaje

Degradación de suelos: El transporte de RSU puede producir aumento de compactación, contaminación por polvo y por hidrocarburos y metales pesados. Extracción-cobertura de suelos.

Pérdida de la capacidad productiva de los suelos: Está relacionada con la contaminación. Eliminación o cobertura del horizonte A.

B.2.3. Impacto sobre aguas superficiales y subterráneas

Calidad de agua subterránea: no se prevén impactos significativos.

Calidad de agua superficial: Puede verse afectada por vertidos accidentales o incontrolados de combustibles.

Afectación de caudales: No se prevén impactos significativos.

B.2.4. Recomendaciones

Esta acción puede producir olores y pérdida de lixiviados que deben evitarse con un manejo adecuado y el uso de camiones apropiados.

Se recomienda completar los datos mencionados anteriormente acerca de los RSU a transportar a la CT.

B.3. Transporte y almacenamiento de insumos y aditivos

El transporte de los insumos y aditivos a la CT se realizará a través de camiones. Para ordenar y facilitar el tránsito, el ingreso de camiones se efectuará por la puerta del sector norte del recinto, donde se sitúa la playa de acopio con los tanques externos de abastecimiento de:

- Caliza
- Urea
- Desechos de combustión
- Light Fuel Oil (LFO, que es el combustible auxiliar que sirve para el arranque y estabilización de la CT)
- Insumos químicos para el tratamiento de agua

Cabe destacar que la playa de acopio para los distintos insumos es reducida, por lo que debe organizarse muy bien la logística de abastecimiento.

En el caso de la caliza, el sistema sirve para la descarga, el almacenamiento y el

transporte de la caliza para la cámara de combustión de la caldera.

Los tanques exteriores de almacenamiento para caliza tienen capacidad para 10 días de operación conjunta de ambos bloques de producción. La caliza se transportará a la CT por camiones tanques (cisternas). Formarán parte del tanque de almacenamiento, los equipos para la descarga de la caliza de los camiones. Tanto el sistema de la descarga de caliza de los camiones como el transporte al tanque de almacenamiento será neumático. La capacidad del tanque de abastecimiento es para 24 horas. Los compresores ubicados en la sala servirán de fuente del aire de presión para el transporte neumático a la Sala de Caldera.

B.3.1. impactos sobre biota

En el transporte se verificarán los impactos ya señalados en la etapa de construcción. Según el informe técnico, el modo de almacenamiento en tanques no debería producir impactos directos sobre la biota.

B.3.2. Impactos sobre suelos y paisaje

Degradación de suelos: Se producirán por variaciones del pH de los suelos, conductividad, y salinidad.

El transporte puede ocasionar aumento de compactación, con polvo e hidrocarburo y metales pesados de los combustibles fósiles.

Pérdida de la capacidad productiva de los suelos: Se producirán variaciones negativas en la disponibilidad de nutrientes.

B.3.3. Impactos sobre aguas superficiales y subterráneas

Calidad de agua subterránea: El almacenamiento de productos químicos, sin las adecuadas medidas de control, puede producir efluentes que contaminen el agua subterránea.

Calidad de agua superficial: Respecto al transporte, la emisión de material particulado producto de los procesos de combustión de fuentes móviles, puede contaminar los cuerpos de aguas superficiales provocando el incremento de los sólidos en suspensión.

También puede verse afectada por vertidos accidentales o incontrolados de combustibles.

El almacenamiento de productos químicos sin las medidas adecuadas de control, puede generar distintos de lixiviados que afecten la calidad del agua.

Afectación de caudales: No se prevén impactos significativos.

B.3.4. Recomendaciones:

Evitar derrames de los distintos materiales en el proceso de almacenamiento a través de una adecuada gestión.

Para casos de averías o derrames del sistema de fuel oil, la estación de bombeo estará equipada con un colector. Su volumen corresponderá a la cantidad de aceite bombeada a la estación en el período de 15 minutos. El fondo del colector de avería tendrá pendiente hacia el colector general. En casos de incendio el PT N° 2 plantea un equipamiento para la CT en casos de fallos operativos.

Para una adecuada provisión de los distintos insumos se propone establecer un cronograma según la capacidad de almacenamiento de la playa de acopio

B.4. Descarga y almacenamiento de carbón y estéril

La descarga de combustible en la CT se sitúa en el sector norte, en el extremo de la cinta transportadora que trae el mismo desde la mina. La descarga del combustible se realizará en un espacio cerrado para evitar las voladuras del polvo de carbón y se localizará en el puente de transporte de carbón que lo une con la línea de tratamiento y la mezcla del combustible conectada con la Sala de Caldera. Cabe destacar que el proyecto no define el trazado de la cinta, considerando su ubicación según la distancia más corta desde la mina y la escombrera a la CT.

El almacén de combustible será automatizado. El equipo tecnológico del almacén ejecutará el llenado de la playa de acopio, esparcirá el combustible en la playa, colocará el combustible almacenado en el transportador de salida y lo transportará fuera de la playa. El carbón y el estéril estarán almacenados separadamente. Desde el punto de vista de la construcción se tratará de un solo objeto con un partidor.

El almacén de cada componente de combustible estará dividido en dos partes. Una parte servirá para la alimentación de la playa de acopio y la segunda para la alimentación de la Sala de Caldera.

La dimensión de la planta del almacén será aproximadamente de 50 x 90 m, lo que servirá para el almacenamiento de combustible para unos 7-8 días de operación de dos calderas con la potencia nominal.

Desde los transportadores de cinta, el combustible se transportará a las tolvas de las calderas individuales mediante los zarandadores construidos en las Salas de caldera de las Unidades N° 1 y N° 2.

B.4.1. Impactos sobre la biota

Alteración de flora, pérdida de biodiversidad: Si se producen eventuales voladuras de carbón y estéril sobrevendrá una alteración en las comunidades vegetales, principalmente los humedales o comunidades ribereñas cercanas al sitio del emprendimiento.

Alteración de fauna, pérdida de biodiversidad: Si existen alteraciones en la cubierta vegetal se verificarán también un impacto sobre la fauna asociada a estas comunidades.

Modificación de ecosistemas: Vale lo sugerido en el ítem flora y fauna.

B.4.2. Impactos sobre suelos y paisaje

En general, sin impacto por ser una operación del proceso industrial que se desenvuelve en un espacio cerrado, lo cual minimiza las posibles voladuras de carbón.

Degradación de suelos. Se producirán contaminaciones de suelos por eventuales voladuras de polvo de carbón.

Capacidad productiva de los suelos: Vale lo sugerido para el ítem anterior.

B.4.3. Impactos sobre aguas superficiales

La descarga y acopio de carbón y estériles se realizará en un espacio cerrado, lo cual minimiza los riesgos de voladuras de polvo de carbón que contribuyan como aportes de sólidos en suspensión y de turbidez en ríos y arroyos.

B.4.4. Recomendaciones

El almacén de carbón y estéril será automatizado, formará una edificación cerrada, con las paredes y el techo. En comparación con el almacén abierto, se evita de este modo la eventual manipulación más difícil del carbón en la temporada de invierno y la propagación del polvo de carbón y de estéril en el recinto de la CT debido a los vientos fuertes que suelen soplar en la localidad de la Obra.

El almacenamiento de combustible en el recinto de la CT, su tratamiento y transporte a la Sala de Caldera será realizado de tal manera que se limite la propagación del polvo de carbón.

B.5. Descarga y tratamiento de RSU

Los desechos se descargarán en la playa de acopio y mediante un mecanismo se incorporarán para llenar el transportador de cinta a la línea para el tratamiento del tamaño de los desechos. La línea de tratamiento del tamaño del RSU comprende: trituración, molino de cuchilla, separador magnético (que elimina los metales) y transporte de cinta bajo techo hasta la Sala de Caldera, directo a la combustión.

Los desechos comunales quemados en la caldera con lecho fluido deben tener un tamaño adecuado. Por esta razón se instalará una trituradora y un molino de cuchilla. La composición considerada de los desechos comunales permite disponer tan solo una línea de adaptación de tamaño. Delante de la trituradora se colocará un separador magnético ubicado encima del transportador de cinta que servirá para eliminar los metales ferrosos de los desechos. Los metales (ferrosos y no ferrosos) no deberían aparecer en los desechos comunales clasificados. No obstante, el separador magnético minimiza la presencia de los metales ferrosos en los desechos y así eleva el nivel de protección de los equipos.

Los desechos comunales tratados se transportan a la Sala de Caldera por el transportador de cinta bajo techo.

Por motivos medioambientales no se instalará en la Sala de Caldera la tolva de servicio de los desechos comunales. Los desechos transportados a la Sala de Caldera serán quemados de inmediato en la misma. El almacén de los desechos comunales y la línea de trituración formarán un solo edificio.

B.5.1. Impactos sobre la biota

No se tienen datos acerca de los volúmenes de RSU utilizados en la Central, razón por la cual no puede evaluarse el impacto de esta acción.

B.5.2. Impactos sobre suelos y paisaje

Degradación de suelos: Los lixiviados de los RSU generados durante la manipulación eventualmente pueden infiltrar y afectar la conductividad y salinidad de los suelos. Se producirán variaciones del pH de suelos.

Pérdida de la capacidad productiva de los suelos: Ocurredrán variaciones negativas en la disponibilidad de nutrientes de los suelos.

B.5.3. Impactos sobre aguas superficiales y subterráneas

Calidad de agua subterránea: Los lixiviados de los RSU generados durante la manipulación, eventualmente pueden infiltrar y afectar el agua subterránea.

Calidad de agua superficial: Los lixiviados de los RSU pueden afectar la calidad del agua superficial, por derrames accidentales o incontrolados. Es necesario conocer la periodicidad y volúmenes de material transportado para poder evaluar el impacto.

Afectación de caudales: No se prevén impactos significativos.

B.5.4. Recomendaciones

Se recomienda controlar y gestionar adecuadamente los lixiviados generados durante el tratamiento y manipulación de los RSU hasta ser destruidos en la caldera.

Impermeabilizar las zonas de manipulación de los RSU.

El almacén y tratamiento de los desechos comunales formarán una edificación cerrada para evitar la propagación de mal olor a los alrededores. El aire del almacén será llevado a los ventiladores de aire de caldera y succionado a la caldera.

En las cercanías del sector habrá distribución de agua contra incendios, con cajas de agua encima del nivel del terreno con distancia entre ellas de 80 m como máximo

Por otra parte, si bien una de las actuaciones posibles para la gestión de los residuos sólidos urbanos es la valorización energética, es decir la incineración con recuperación de energía, este modelo presupone un exhaustivo control del proceso para evitar la liberación de sustancias contaminantes a la atmósfera.

Los modelos de gestión actuales recomiendan tareas de reciclaje y realización de compost con la materia orgánica. Son importantes, en estos planes, la implementación de campañas que supongan actividades de educación ambiental para la población, con medidas que tiendan a la reducción en la producción de residuos y la búsqueda de mercados para los productos reciclados.

En términos generales, y en comunidades pequeñas como las del área de estudio, donde existen proyectos para la separación de residuos urbanos, sería recomendable implementar estrategias de reciclaje y reutilización en lugar de incinerar los residuos.

B.6. Abastecimiento de agua

El abastecimiento de agua para el funcionamiento de la CT proviene de dos fuentes:

- Agua cruda del río Turbio
- Agua de mina, derivada de Mina 3 y Mina 5, conducida a través de un acueducto, cuya obra se encuentra en estado de licitación.

El volumen de agua cruda proveniente del río Turbio para la complementación a la CT es de 3m³/h para los dos bloques de producción.

El abastecimiento de agua se realiza en la estación de bombeo situada en el punto de toma, a través de las bombas sumergibles. El agua del río entra por el canal a través de las rejillas limpiadas mecánicamente a los dos pozos con bombas.

El volumen de agua disponible es muy reducido, lo cual obliga a minimizar su consumo agua a través de las siguientes medidas:

- Para el enfriamiento del condensador se utilizará el circuito cerrado de agua de enfriamiento y las torres secas de ventiladores. Para enfriar el agua sirven los intercambiadores agua-aire en las torres de enfriamiento.
- Todo el agua residual de la CT será captada y tratada en la planta de tratamiento químico de agua (TQA) para su reutilización. Solamente el agua «sobrante», tratada y depurada, del agua residual, industrial y pluvial se dejará salir eventualmente al río Turbio.
- La tecnología del TQA está complementada con un equipo para el tratamiento de aguas residuales.
- La tecnología de las plantas purificadoras de aguas residuales tiene que garantizar la calidad de aguas requerida en la entrada al TQA.

Mediante las medidas técnicas arriba indicadas, sin utilizar otras tecnologías costosas, la cantidad de agua disponible (3m³/hora) resulta suficiente para abastecer las aguas tecnológicas consumidas permanentemente durante las 24 horas. Sin embargo, para cubrir todos los estados de operación y necesidades de la CT será indispensable construir un depósito de agua. Esto presupone que, durante condiciones climáticas favorables será posible complementarlo con una cantidad de agua mayor que aquella permitida de 3 m³/hora. Se conjetura, igualmente, que sobre la base de acuerdos con las autoridades locales y la administración de la mina Río Turbio se podrá establecer un régimen de aprove-

chamiento conjunto de agua del río, de tal manera, que sea mantenido el caudal suficiente de la corriente aguas abajo y que no sea limitado de ninguna manera el consumo de agua para la población.

Respecto del agua de mina, se evaluó la factibilidad de reutilizar el agua que se extrae del interior de mina, para reserva de sistema secundario que necesita la usina en un volumen muy inferior al de enfriamiento principal. El agua que filtra a través de las galerías proviene de Mina 3 y Mina 5 y se conduce por gravedad y bombeo, respectivamente a una pileta que se encuentra en la Unión 17, donde el agua es expulsada fuera de la mina por medio de una bomba de 60 m³/h de caudal.

El caudal total que puede aportar el yacimiento a la Usina Térmica es de 180 m³/día aproximadamente. Es importante tener en cuenta que este valor de caudal es aproximado, y además no es constante a lo largo del año, por razones climáticas. 2005, Rubén Gianni, Linares R. Y Arq. Nieto M.. Relevamiento geofísico en el valle del río Turbio. Yacimiento carbonífero Río Turbio.

B.6.1. Impactos sobre la biota

Alteración de flora, pérdida de biodiversidad: Los ecosistemas más vulnerables a esta acción son los humedales, en las dos categorías descritas, pastizales y bajos. Cualquier actividad que modifique la cantidad o calidad de agua en estos ecosistemas tendrá como consecuencia la pérdida de biodiversidad y, en consecuencia, alteración de la estructura de las comunidades vegetales.

Alteración de fauna, pérdida de biodiversidad: Las especies que habitan o desarrollan sus nichos ecológicos en este ambiente se verán afectadas por esta acción. Al ser alterado el hábitat donde nidifican o las especies sobre las que predan, podrán observarse impactos sobre las comunidades de avifauna e invertebrados que los habitan.

Modificación de ecosistemas: La dinámica de los humedales (se están evaluando los humedales cercanos al sitio de ubicación de la CT) depende de su condición hídrica. Las variantes en la misma se manifestarán en perturbaciones de distinto grado sobre la estructura de estos ecosistemas. Si se originan cambios en el drenaje natural pueden producirse efectos sobre la carga de sedimento en los humedales, lo cual alteraría las comunidades hidrófilas y la

fauna con nichos vinculados a ésta. Es importante destacar que estos ecosistemas, clasificados como pastizales en la línea de base, son utilizados como sitios de pastura para el ganado y las alteraciones sobre los mismos pueden tener consecuencias sobre esta actividad económica.

6.2. Impactos sobre suelos y paisaje

Degradación de suelos: Anegamiento de suelos, variación del drenaje de los suelos al afectar la dinámica del nivel freático.

Pérdida de la capacidad productiva de los suelos: Variación del drenaje de los suelos al afectar la dinámica del nivel freático, variación del pH y la conductividad.

Valor estético: No se prevén impactos significativos.

Modificación del drenaje: Variaciones en el régimen hidrológico de los cursos fluviales y en la morfometría fluvial.

Alteración de la morfodinámica: Desplazamiento en la localización de zonas de erosión y depositación. Variaciones por alteraciones del caudal de los ríos.

Estabilidad de taludes: Inestabilización por acción de socavamiento basal debido al oleaje o al desplazamiento de las zonas de erosión.

Peligros naturales (inundaciones, erosión hídrica, remoción en masa): Aumento de la erosión, control de las inundaciones aguas abajo.

B.6.3. Impactos sobre aguas superficiales y subterráneas

Calidad de agua superficial: Puede verse afectada por vertidos accidentales o no controlados de combustibles, procedentes de las bombas sumergibles. También puede manifestarse contaminación física por arrastre de finos, lo que incrementaría parámetros como la turbidez.

El abastecimiento de aguas en épocas de bajo caudal puede producir fenómenos de concentración o sedimentación de sales y material en suspensión.

Calidad de agua subterránea: Variaciones en el régimen hidrológico de los cursos fluviales y en la morfometría fluvial puede afectar la dinámica del nivel freático.

Afectación de caudales: Son necesarios aforos continuos para evaluar el régimen del río y poder determinar el impacto de este

volumen de extracción (3 m³/h). De este modo se podrían establecer los períodos más convenientes para la utilización de agua del río turbio, considerando su bajo caudal (Relevamiento Geofísico en el valle del río Turbio, INA-CRAS, 2005). El abastecimiento de aguas en épocas de bajo caudal puede producir fenómenos de concentración o sedimentación de sales y material en suspensión.

B.6.4. Recomendaciones / gestión

La CT aplica un sofisticado sistema de aprovechamiento del agua, recurso que en la zona se considera escaso. De este modo, a partir de un mínimo caudal que se extrae del sistema, se optimiza su utilización a través de un circuito cerrado donde el agua de distintos usos es reacondicionada para su nueva utilización, minimizando así el impacto.

Por otro lado, la reutilización del agua de mina resulta beneficioso desde el punto de vista ambiental, ya que permitirá cumplir dos objetivos:

- Cesar con el actual vertido de aguas de mina sin tratar al río Turbio.
- La reutilización de las mismas, previo tratamiento y remediación, en el proceso industrial de la CT.

Se recomienda monitorear las condiciones hídricas, especialmente los caudales a lo largo del año

B.7. Vertido de efluentes

Las aguas residuales que surgen en el recinto de la CT son industriales y cloacales. La tecnología del tratamiento químico del agua (TQA) de la CT está complementada con una planta para el tratamiento de aguas industriales y cloacales, respectivamente.

Dicha tecnología minimiza el consumo de agua (ver B.6. Abastecimiento de agua) ya que todo el agua residual será captada y tratada en la TQA para su reutilización. Eventualmente un sobrante de agua residual, industrial y pluvial se dejará salir al río Turbio previamente tratada y depurada.

El agua industrial y cloacal purificadas, junto con el agua pluvial, se llevarán al tanque de retención conjunto. El tanque de retención tiene por objetivo acumular el agua residual antes de su nuevo tratamiento en la TQA y servir como el último lugar de retención de eventuales contenidos de aceite en el agua antes de dejarla salir como «sobrante» de aguas

residuales no tratadas (por ej. aguas de lluvias) al río Turbio.

Además sirve de lugar de toma para verificar la calidad del agua saliente. Para la salida de agua al río se construirá una boca de salida.

Las principales fuentes de agua residual industrial son: Sala de Caldera (lavados), Sala de Máquina (pozo de enfriamiento, lavados), transporte de combustible y lugar de carga de ceniza y TQA (lavados).

Junto a la alimentación de carbón se hallará un pozo de sedimentación para recoger el polvo de carbón del lavado. En la purificadora de aguas industriales se tratarán las aguas contaminadas con aceite que pueden aparecer en forma limitada en los objetos no dotados de separadores de gravitación de aceite y otras aguas contaminadas

Las principales fuentes de contaminación de agua industrial con aceite son: sistema de aceite del turbogenerador, talleres mecánicos, diesel generadores, estación de bombeo de LFO (light fuel oil) y, transformadores, donde se instalarán atrapadores de aceite como parte integrante de la canalización industrial

Para realizar una evaluación pormenorizada de los impactos ambientales que producirán los efluentes industriales de la CT se debería contar con una caracterización físico-química de los mismos. No se ha desarrollado en el proyecto original, presentado por Skodaexport, una descripción analítica de las condiciones de los posibles efluentes como tampoco de los volúmenes de volcado, ni su periodicidad. Por este motivo, no puede realizarse la estimación de impacto ambiental en este ítem. Sin embargo, se evaluará la condición térmica, único dato disponible en el proyecto.

B.7.1 Impactos sobre la biota

Alteración de flora, pérdida de biodiversidad: Se resumen en modificación de ecosistemas.

Alteración de fauna, pérdida de biodiversidad: Se resumen en modificación de ecosistemas.

Modificación de ecosistemas: No se tienen estudios limnológicos del río Turbio, sin embargo, las condiciones actuales del agua y su baja concentración de oxígeno disuelto indican una escasa probabilidad de que existan organismos en este tramo del río. De todos modos, la incorporación de aguas residuales al sistema,

podría traer consecuencias irreversibles para lograr reconstituir, en tareas de remediación, la vida acuática.

En el proyecto evaluado no se presentan datos específicos de las condiciones químicas del vertido. Sólo se hace referencia a la temperatura del efluente que puede producir alteraciones en la biota.

B.7.2. Impactos sobre suelos y paisaje

Degradación de suelos: Contaminación de los suelos.

Pérdida de la capacidad productiva de los suelos: Alteraciones en la disponibilidad de nutrientes por efecto de los contaminantes.

Valor estético: Impacto visual en aguas de ríos y en mallines.

Modificación del drenaje: Variable, dependiendo de los volúmenes y periodicidad de los vertidos. Solo se evaluó el carácter.

Alteración de la morfodinámica: Solo se evaluó el carácter.

Estabilidad de taludes: Depende de los volúmenes, puede generar erosión y por lo tanto socavamiento de pendientes potencialmente inestables. Solo se evaluó el carácter.

B.7.3. Impactos sobre aguas superficiales y subterráneas

Calidad de aguas superficiales: No es posible evaluar el impacto por falta de información acerca de volúmenes, periodicidad y composición del efluente.

Con respecto a la temperatura del agua del río Turbio medido *in situ* es de 7°C a 10,5 °C. De acuerdo con la información del proyecto de la CT en Río Turbio, la temperatura del efluente será superior a los valores naturales del río (35 °C), y los efectos en el medio producirían la reducción del oxígeno disuelto y por consiguiente la descomposición lenta o incompleta de los contaminantes y daño de la potencial vida acuática. Además, un aumento de temperatura tan significativo puede engendrar el incremento de las poblaciones bacterianas anaeróbicas.

B.7.4. Recomendaciones

Considerando la temperatura de los vertidos de aguas residuales, para evitar producir una contaminación térmica, se recomienda el acondicionamiento de este parámetro a través de pilas de enfriamiento previo al vertido al río.

Se recomienda realizar estudios limnológicos del río Turbio.

B.8. Emisiones de gases

Según el proyecto, los valores aproximados de emisión de gases de combustión, para el contenido de oxígeno 6 % y condiciones de estado normales, son los siguientes:

NO_x: hasta 200 mg/Nm³, CO: hasta 250 mg/Nm³, SO₂: hasta 200 mg/Nm³.

De acuerdo al Proyecto Técnico N° 2 las emisiones se ajustarán a las normativas de emisión de la Unión Europea.

La Unidad del bloque de producción con la caldera de vapor con lecho fluido representa una fuente moderna de energía térmica y eléctrica, basada en combustión ecológica de combustible por el sistema de la tecnología fluida.

La ventaja de las calderas de vapor con lecho fluido es la combustión de un vasto rango de combustibles con baja cantidad de emisiones. Las tecnologías desarrolladas posibilitan que las partículas permanezcan por largo tiempo en la cámara de combustión y que la combustión sea más perfecta.

La temperatura de la combustión en lecho fluido limita de modo sustancial la creación de NO_x. Los niveles extremadamente bajos de estos valores de emisión se pueden lograr mediante la inyección de otras sustancias químicas.

Para alcanzar el límite NO_x se utilizará la eyección de la urea al flujo de los gases de combustión en el espacio de la caldera donde la quema se termina. Parte de las emisiones de óxidos de nitrógeno (NO_x) tiene origen en el nitrógeno que trae incorporado el combustible, pero la mayor proporción corresponde a la cantidad de aire que participa en la combustión. Los óxidos de nitrógeno se forman a temperaturas mayores a los 1600° C, y su tenor depende del exceso de aire con que se trabaje: se puede reducir su generación mejorando la combustión, actuando sobre el diseño de la caldera y en particular del quemador, para evitar una combustión rápida con altas temperaturas en los extremos de la llama o bien reduciendo el exceso de aire.

La generación de SO₂ se limita mediante la incorporación de caliza, el SO₂ que surge de la reacción se liga al CaCO₃ directamente en la cámara de combustión. El objetivo principal de la dosificación de la caliza a la caldera es ligar el azufre del combustible al «sorbente» y transferirlo a la ceniza durante la combustión fluida, procedimiento que resulta en la disminución notable de las emisiones del óxido de

azufre liberado al ambiente. De este modo, el límite de SO₂ se alcanzará mediante la dosificación de caliza que será graduada neumáticamente a la capa fluida.

Las emisiones de CO se mantendrán en sus niveles requeridos mediante la propia calidad de combustión de la caldera, el límite del polvo lo proporcionará el filtro eléctrico situado detrás de las calderas.

De acuerdo con el PT N°2, los límites de emisiones durante la combustión conjunta de los desechos comunales los asegurará la caliza dosificada. La cantidad prevista de los desechos comunales a ser quemados no exigirá medidas adicionales desde el punto de vista de las emisiones. Las emisiones serán monitoreadas para que no sobrepasen los límites normativos.

La Chimenea se construirá conjunta para ambos Bloques de producción y será de hormigón armado con el buje ladeado. La altura será aproximadamente de 90 m, el diámetro inferior exterior está preliminarmente calculado en 10,5 m y superior en 6,9 metros. La boca del conducto de gases a la Chimenea estará a la altura unos + 8,0 metros.

B.8.1. Impactos sobre la biota

Alteración de flora, pérdida de biodiversidad: Los gases, como el SO₂, ingresan al vegetal a través de los estomas y se transforman en sulfitos y sulfatos, que inician cambios metabólicos en la planta y generan disfunciones fisiológicas. Estas disfunciones pueden ser de carácter leve, como pequeños daños en el follaje, hasta letales, dependiendo de las concentraciones del SO₂ y de la exposición.

La altura de la chimenea, además de la tecnología aplicada como el filtro electrostático y el empleo de aditivos para captura de gases y material particulado, será decisiva para determinar la posible incidencia de este impacto sobre los bosques de lenga existentes, considerando el modelo de dispersión y las condiciones atmosféricas del sitio. Según el capítulo Evaluación del impacto ambiental atmosférico, no es posible la determinación de la pluma de contaminación, por lo tanto no puede evaluarse este impacto.

Alteración de la fauna, pérdida de biodiversidad: Las alteraciones en la vegetación producen impactos en la fauna relacionada a ésta, perturbando el hábitat específico (sitios de alimentación, nidificación, cría, etc.).

Modificación de ecosistemas: La disminución de la producción de biomasa por alte-

ración del proceso fotosintético, modifica la estructura de las comunidades vegetales y, en consecuencia, de la fauna asociada a éste.

B.8.2. Impactos sobre suelos y paisaje

Degradación de suelos: Contaminación de los suelos.

Pérdida de la capacidad productiva de los suelos: Variación en las propiedades de los suelos, como por ejemplo acidificación que puede ocasionar problemas en el suministro de nutrientes.

B.8.3. Impactos sobre aguas superficiales y subterráneas

Calidad de agua subterránea: Puede producirse un impacto indirecto, debido a la acidificación del agua superficial.

Calidad de agua superficial: Las emisiones de gases (SO_x y NO_x) y su relación con la generación de lluvias ácidas puede alterar el pH del agua, de los suelos e indirectamente al acuífero.

Afectación de caudales: No se prevén impactos significativos.

B.8.4. Recomendaciones

El análisis del impacto sobre el aire se trata en el ítem correspondiente.

Controlar parámetros de la combustión para limitar emisiones (temperatura y concentración de oxígeno).

Establecer una red de monitoreo de emisiones.

B.9. Generación de material particulado

El material particulado constituye el residuo sólido generado por la combustión de la CT y esta formado por:

- Cenizas de lecho
- Escorias
- Tolvanera volante

La producción diaria de material particulado para dos Bloques de producción es 960 t/día (30% ceniza de lecho y 70% tolvana volante).

En función del diseño de caldera y de las características del carbón, pueden ser recogidas en el fondo de la caldera, como cenizas fundidas o escorias, en el calentador de aire y en los precipitadores como cenizas volantes.

Para evitar la salida de las cenizas al ambiente se utilizarán separadores electrostáticos, que limpian los gases separando la ceniza.

De este modo los gases y cenizas de la caldera se succionan de la cámara de combustión de la caldera a través del separador electroestático de ceniza. Este dispositivo está dotado de electrodos de alto voltaje, en los cuales la ceniza se posa y se retira luego con el dispositivo de golpetear. El principio de la función depende de la actuación del campo electroestático, con lo que las partículas de ceniza reciben la carga negativa y están recolectadas en los electrodos positivos en forma de las placas.

La capa de ceniza tumbada caerá a las tolvas del separador eléctrico y desde allí será recogida y transportada neumáticamente al tanque de almacenamiento en el recinto de la CT.

Dependiendo del proveedor a ser seleccionado, no se puede descartar el suministro eventual del filtro de tejido en vez del tipo electroestático. El filtro de tejido dispone de mayor eficiencia, pero requiere el cambio de la tela de filtración y su liquidación en los ciclos determinados.

B.9.1. Impactos sobre la biota

Al igual que en la acción B.8 es necesaria la determinación de la pluma de contaminación para evaluar el impacto. Sin embargo se analizan las afectaciones posibles de esta acción.

Alteración de flora, pérdida de biodiversidad: La vegetación (fundamentalmente los árboles) es capaz de acumular material particulado sobre sus troncos y hojas, que puede obturar los estomas de las células vegetales y reducir su tasa fotosintética. El poder de retención de material particulado por la vegetación varía con la especie y depende, particularmente de la forma de la hoja y su grado de pilosidad.

Alteración de la fauna, pérdida de biodiversidad: Las alteraciones en la vegetación producen impactos en la fauna asociada a ésta, modificando su hábitat específico (sitios de alimentación, nidificación, cría, etc.).

Modificación de ecosistemas: La disminución de la producción de biomasa por alteración del proceso fotosintético, modifica la estructura de las comunidades vegetales y, en consecuencia, de la fauna asociada a éste.

B.9.2. Impactos sobre suelos y paisaje

Degradación de suelos: Acumulación superficial sobre los suelos, encostramientos, aumento de la erosión hídrica y eólica.

Pérdida de la capacidad productiva de los suelos: Variaciones de las propiedades físico-químicas que puede afectar el crecimiento de las plantas y el suministro de nutrientes.

Valor estético: Impacto visual negativo.

Modificación del drenaje: Alteración del balance escurrimiento-infiltración, degradación de mallines.

Peligros naturales (inundaciones, erosión hídrica, remoción en masa): Potencial aumento de la erosión.

B.9.3. Impactos sobre aguas superficiales y subterráneas

Calidad de agua subterránea: Puede producirse un impacto indirecto, debido a la acidificación del agua superficial.

Calidad de agua superficial: La generación de material particulado producto de los procesos de combustión, puede contaminar los cuerpos de aguas superficiales provocando el incremento de los sólidos en suspensión.

Afectación de caudales: No se prevén impactos significativos.

B.9.4. Recomendaciones

El proyecto contempla la utilización de filtros electroestáticos para minimizar la salida de cenizas al ambiente. Esta tecnología permite limpiar los gases separando la ceniza con una alta eficiencia.

Se recomienda controlar la generación de material particulado a través de una red de monitoreo.

B.10. Transporte y disposición de las cenizas

El proyecto de la CT analiza y evalúa el modo de transporte adecuado, de acuerdo con las características y volumen de este material, sin embargo no define cual será su destino final.

A continuación se describen las tareas de recolección de la ceniza.

La ceniza molida del tanque de servicio de almacenamiento de cenizas en la caldera de almacenamiento, al igual que la proveniente del separador electroestático y del tiro trasero de la caldera será transportada neumáticamente al tanque exterior de almacenamiento. La fuente del aire de presión para el transporte neumático a los tanques exteriores de cenizas serán los sopladores en la Sala de Caldera.

La ceniza de lecho y la tolvanera volante será almacenada separadamente con la capacidad de almacenamiento para 24 horas de

operación conjunta de dos bloques de producción a la potencia nominal.

El transporte de la ceniza y de la tolvanera de los tanques de almacenamiento en la CT al lugar destinado se realizará mediante el transportador de cinta o autocisternas

Considerando el volumen importante de ceniza y tolvanera producidas, 960 t/día durante la operación de dos bloques a la potencia nominal, la forma preferida de remoción de ceniza es por el transportador de cinta. La ceniza y la tolvanera fina transportadas sobre la cinta normalmente serán mojadas para eliminar la propagación del polvo en las adyacencias.

Una de las características de los desechos luego de la combustión es su endurecimiento después de la adición de agua. El endurecimiento está causado por la dosificación de caliza al combustible. Por ejemplo, si se añade 5% de agua del peso de desecho, éste después de 4-6 horas tendrá la dureza del revoque. Por eso, es necesario dedicar especial atención a la humedad no planificada del material antes de su otro aprovechamiento o almacenamiento (humedad del ambiente, lluvia, nieve).

Como alternativa, para el transporte de ceniza y tolvanera en el estado seco, se pueden utilizar transportadores de cinta tubulares. En la elección del tipo de transporte para la CT Río Turbio influyen:

- La escasez de agua disponible para la CT (la cantidad disponible considerada del agua cruda es apenas de 3 m³/hora) no permite mojar los desechos de la combustión (consumo mínimo de agua para mojar se estima en 2 m³/hora),
- Debido al contenido de la caliza dosificada con la añadidura de agua los desechos de combustión se endurecen. Eso podría traer como consecuencia los defectos del transportador y la extensión del tiempo de su reparación cuando el endurecimiento de los desechos ocurre estando los mismos todavía sobre la cinta.

De acuerdo con las condiciones detalladas anteriormente, el PT N° 2 propone el transporte de los desechos de combustión a la descarga fuera del recinto de la CT mediante el transportador de cinta tubular. La utilización del transportador de cinta tubular resuelve el problema de la escasez de agua para la operación de la CT, pero no así para el almacenamiento en la descarga final de la ceniza y tolvanera. Si éstas no están mojadas antes del transporte sobre cin-

ta, deberán ser mojadas en el lugar de su almacenamiento final.

El transporte mediante camiones de carga de 20 t representaría una salida cada ¼ de hora durante 12 horas. Por eso el transporte con los camiones representa solamente un modo de transporte substitutivo. Se utilizará en caso de avería del transportador de cinta o cuando los desechos de combustión siguieran otro tratamiento. El transporte con los camiones es posible realizarlo con autocisternas sin la necesidad de mojar los desechos de combustión, o por los camiones abiertos de carga con la necesidad de humectación. El equipo para cargar ceniza y tolvanera del tanque de almacenamiento a las autocisternas formará parte del tanque de almacenamiento.

B.10.1. Impactos sobre la biota

No se tienen datos acerca del transporte y disposición final o gestión de las cenizas, razón por la cual no se realizará la evaluación de impacto de esta acción.

B.10.2. Impactos sobre suelos y paisaje

No se evalúa por falta de información respecto de esta acción.

B.10.3. Impactos sobre aguas superficiales y subterráneas

No se cuenta en el proyecto con información acerca de la disposición ni transporte de cenizas, razón por la cual no se realizará la evaluación de impacto ambiental en esta acción.

B.10.4. Recomendaciones

El proyecto de la CT analiza y evalúa el modo de transporte adecuado, conforme a las características y volumen de este material, sin embargo no define cual será su destino final.

Considerando los importantes volúmenes de ceniza que generará la CT, se recomienda efectuar estudios respecto de la disposición final o bien la alternativa de su reutilización. Se descarta la consideración de su disposición en mallines o humedales cercanos que significarían su impermeabilización y destrucción como ecosistema.

De acuerdo con la experiencia de la empresa a cargo del proyecto, estos desechos pueden ser aprovechados en obras civiles tales como: construcción de carreteras, trabajos de hormigonado en las minas, rellenos de

los cubilotes después de la extracción de carbón y para la recuperación agrícola de los terrenos. Además, pueden ser utilizados para la producción del hormigón de escoria, para la producción de los elementos de hormigón de relleno, de aislamiento o portador para la industria.

Se recomienda realizar estudios tendientes a evaluar la eventual toxicidad y presencia de sales en la ceniza y la tolvanera, previamente a definir su reutilización o destino final.

Es importante destacar la necesidad de efectuar los estudios pertinentes acerca de la disposición final de las cenizas, previamente a la construcción de la CT, debido a los importantes volúmenes que se generan diariamente (960 t/día) y a las dificultades que plantea su almacenamiento.

B.11. Disminución de las escombreras

El aporte de estériles de la escombrera como combustible a la CT en la relación 2:1 respecto del carbón, origina una disminución de los importantes volúmenes acumulados. Esto plantea un mejoramiento en las condiciones ambientales de la cuenca en tanto se complementa con una adecuada gestión y planes de restauración del sitio.

La disposición de los estériles en las escombreras ubicadas frente a la Planta de Tratamiento de YCRT, en la vega del arroyo San José durante 40, años originó un depósito 30.000.000 m³ de material, ocupando un área de 2000 x 200 metros.

Se trata de estériles granulares gruesos y finos de la planta de purificación de carbón de YCRT, además de la escoria y ceniza producida por la combustión de carbón en la usina térmica de la empresa. Se suma a esto, la localización de las piletas de lodos en un sector de las mismas.

Este modo de disposición de estériles desprovisto de todo tipo de gestión provoca numerosos problemas ambientales, los principales se enumeran a continuación.

Incremento de peligrosidad a la erosión: Se refiere al riesgo de desagregación y remoción de material de la escombrera en épocas de mayor caudal del arroyo San José, por incremento de agua de lluvias o deshielos.

Este fenómeno se manifiesta a través de surcos, cárcavas o piping según la intensidad del proceso.

Al respecto, existen antecedentes de episodios de colapsos de estos depósitos junto con las piletas de lodos que afectaron gran parte de la cuenca.

Incremento de procesos de inundación: Este proceso está relacionado al trasvase de las aguas del arroyo a áreas marginales cuando la cantidad de agua a transportar es superior a la capacidad de descarga. Puede producirse por:

- El aumento de caudal del arroyo por lluvias o deshielo.
- El aumento de la sedimentación de los cauces que disminuye la capacidad de transporte.
- El estrechamiento de la planicie aluvial del arroyo San José por acumulación excesiva de la escombrera de estériles, obstaculizando el normal drenaje de sus aguas.
- La deforestación en zonas aledañas que disminuye la retención superficial aumentando el escurrimiento superficial.

Inestabilidad de taludes: Los deslizamientos de estériles dispuestos en pendientes acusadas pueden aumentar los riesgos de deslizamiento por efecto de sobrecarga.

Alteración de parámetros del arroyo San José: Aumentos de turbidez y de la sedimentación en los cuerpos superficiales. La lixiviación de los depósitos puede acrecentar la sedimentación en los cuerpos de agua superficiales.

B.11.1. Impactos sobre la biota

La disminución de escombrera acompañada de una adecuada gestión y planes de restauración podrán producir un impacto positivo sobre la biota.

B.11.2. Impactos sobre suelos y paisaje

Degradación de suelos: No hay suelos.

Pérdida de la capacidad productiva de los suelos: Los suelos preexistentes ya han perdido toda capacidad.

Valor estético: Es positivo ya que producen naturalización del paisaje.

Modificación del drenaje: Es positivo ya que permite el drenaje natural previo.

Alteración de la morfodinámica: Ídem anterior.

Estabilidad de taludes: Es positivo ya que desaparece o se reduce las pilas potencialmente inestables y peligrosas.

Peligros naturales (inundaciones, erosión hídrica, remoción en masa): Es positivo. Además, es importante destacar que esta acción adecuadamente gestionada disminuiría el riesgo de inundaciones, de erosión hídrica y de fenómenos de remoción en masa.

B.11.3. Impactos sobre aguas superficiales y subterráneas

Calidad de aguas superficiales: La disminución de escombreras tendrá un impacto positivo sobre la calidad del agua, disminuyendo el aporte de sedimentos a los cursos de agua.

Calidad de aguas subterráneas: No se evalúa impacto.

Afectación de caudales: Disminuye el riesgo de deslizamientos y la posibilidad de obstruir el natural drenaje de las aguas.

B.11.4. Recomendaciones

La utilización de los estériles como uno de los combustibles en la operación de la CT disminuye el alto impacto que este depósito produce en gran parte de la cuenca.

Se recomienda un manejo adecuado en las operaciones de extracción de los estériles para su transporte a la CT, para evitar:

- Voladura de estériles finos o bien ceniza que pueden pasar a la atmósfera afectando aguas, suelos biota y a la salud en general.
- Deslizamiento de los depósitos de estériles.

B.12. Ruidos y vibraciones

La mayoría de los equipos tecnológicos de la CT estarán situados en construcciones civiles cerradas. De esa forma, se minimizará el ruido emitido hacia los alrededores. El personal de operación que estará en las construcciones cerradas con la presencia eventual del ruido será equipado por protectores auditivos.

Las torres de enfriamiento de ventiladores constituyen una importante fuente de ruidos hacia los alrededores. El ruido de las torres alcanzará valores de aproximadamente 80-85 db en la distancia de 1 m de la torre.

Las otras fuentes de ruido, fuera de las construcciones civiles, son los ventiladores de tiro forzado y de gases de combustión y las válvulas de seguridad de la caldera, que estarán equipados de amortiguadores de ruidos.

B.12.1. Impactos sobre la biota

Alteración de flora, pérdida de biodiversidad: No se prevén impactos significativos.

Alteración de fauna, pérdida de biodiversidad: Los ruidos producen alteraciones sobre la fauna. Las respuestas de la fauna expuestas a diferentes intensidades de ruidos, incluyendo las características del ruido y la duración, pueden tener graves consecuencias fisiológicas o de comportamiento. Algunas de ellas tienen implicaciones sobre la pérdida de energía (por esfuerzos extras en escapar de la fuente de ruido), disminución de la alimentación, abandono de hábitat, entre otras. Existen estudios que verifican modificaciones tanto en la conducta como en ciclos reproductivos en fauna (aves y mamíferos pequeños). Los ruidos impiden la comunicación, por ejemplo, de las aves, lo cual altera conductas de apareamiento, alerta contra predadores, etc. En los mamíferos se manifiesta como perturbaciones de carácter hormonal.

Modificación de ecosistemas: Cualquier modificación en las comunidades de fauna, que altere tanto sus tasas reproductivas como conductas específicas o incluso obligue al abandono del sitio, producirá alteraciones sobre la dinámica de los ecosistemas vinculados.

B.12.2. Impactos sobre suelos y paisaje

No se prevén impactos significativos.

B.12.3. Impactos sobre aguas superficiales y subterráneas

No se prevén impactos significativos.

B.12.4. Recomendaciones

Las construcciones cerradas y equipos amortiguadores minimizan el impacto del ruido producido por la operación de la CT. Los materiales de revestimiento empleados en la construcción son especiales para tratamiento acústico.

Se recomienda cercar el perímetro con una cortina forestal que establezca una barrera para el sonido y para el material particulado y contribuya al aspecto paisajístico.

B.13. Generación de energía eléctrica

La CT proveerá de energía eléctrica a las poblaciones, a la mina o eventualmente a otras instalaciones productoras, las cuales hasta ahora están siendo abastecidas con la energía eléctrica de las fuentes locales de distribución, mayormente de los grupos electrógenos diesel. La salida de la potencia eléctrica se considera en la dirección al sur, es decir, rumbo a la

ciudad 28 de Noviembre a la red de transmisión de 132 kV planificada. La subestación se construirá fuera del área de la CT.

El control de la subestación se ejecutará de manera independiente, completamente separado del control de la CT. El abastecimiento de la mina con energía eléctrica será realizado en el nivel del servicio propio de la CT, es decir, fuera de la subestación de 132 kV. Con la puesta en operación de la CT se creará el sistema local (desde el punto de vista de la red de la República Argentina), el cual trabajará en el régimen isla. Las fuentes existentes deberán estar complementadas y equipadas para la operación en el régimen de reserva de la red local. Según las informaciones recibidas esta red local estará en el futuro conectada con el sistema superior.

B.13.1. Impactos sobre la biota

No se prevén impactos significativos.

B.13.2. Impactos sobre suelos y paisaje

No se prevén impactos significativos.

B.13.3. Impactos sobre aguas superficiales y subterráneas

No se prevén impactos significativos.

B.14. Generación de empleo

De acuerdo con el P.T. N° 2, el personal que trabajará en la operación de la CT de Río Turbio es de 123 empleados aproximadamente. De los cuales 95 lo hará en el sistema de jornadas y 28 en jornada matinal. Esta última cubre a los trabajadores de la Dirección, a los Jefes, a los de Producción y a los de Emergencia.

Los trabajadores de Emergencia estarán accesibles por teléfono y, en caso de necesidad, tendrán que estar en la C. T. dentro de 90 minutos a partir del aviso.

La vigilancia del área estará realizada por la agencia de seguridad contratada (se supone 2 personas en la Portería).

B.14.1. Impactos sobre la biota

No se prevén impactos significativos.

B.14.2. Impactos sobre suelos y paisaje

No se prevén impactos significativos.

B.14.3. Impactos sobre aguas superficiales y subterráneas

No se prevén impactos significativos.

IV. ELABORACIÓN DE MATRIZ DE IMPACTO AMBIENTAL

Se realizó una identificación de las relaciones causa-efecto entre acciones del proyecto y factores del medio a través de una matriz de impacto.

Para la preparación de las matrices fueron evaluados los impactos que podrían originarse sobre cada uno de los recursos, a partir de cada una de las acciones que se desarrollarán durante la construcción y operación de la Central Térmica.

Previo a la valoración cualitativa de los impactos, se elaboró una matriz del tipo causa-efecto, tendiente a la primera identificación inicial y preliminar de los impactos ambientales probables de ser generados por el proyecto, que permite una percepción general de los efectos que resultan más sintomáticos debido a su importancia para el entorno (ver cuadro 1).

La configuración de la matriz de impacto que se aplica para realizar la valoración cualitativa, es un cuadro de doble entrada en cuyas columnas figuran las acciones impactantes y dispuestos en filas los factores ambientales susceptibles de recibir impacto. Esta matriz permitirá identificar, prevenir y comunicar los efectos del proyecto en el medio, para posteriormente obtener una valoración de los mismos. Estas acciones y sus efectos quedaran determinados, en carácter, severidad, duración y extensión en que interviene en el proceso, para lo cual se emplearon las siguientes claves de atributo del impacto (ver cuadro 2).

Carácter: hace alusión al carácter beneficioso o perjudicial de las distintas acciones que van a actuar sobre los factores.

0: no se prevén impactos significativos.

+: positivo (si es beneficioso).

-: negativo (si es perjudicial).

Severidad: se refiere al grado de incidencia de la acción sobre el factor en el ámbito específico en que actúa.

1 : baja

2: media

3: alta

Duración: tiempo de permanencia del efecto

-
- 0: temporal
1: permanente
- Extensión: se refiere al área de influencia teórica del impacto en relación con el entorno del proyecto.
- 1: puntual
2: local
3: regional

BIBLIOGRAFÍA

- 2005, Proyecto Técnico N° 2. Skodaexport S.A.
- 2005, Rubén Gianni, Linares R. Y Arq. Nieto M. Relevamiento geofísico en el valle del río Turbio. INA-CRAS. Informe para YCRT.
- 1997, V. Conesa, Vitora Guía Metodológica para la Evaluación de Impacto Ambiental.
- 1998, L. W. Canter. Manual de evaluación de Impacto Ambiental. Universidad de Oklahoma.
- Evaluación de Impacto Ambiental del Yacimiento Río Turbio. Informe no aprobado

Cuadro 1. Matriz causa - efecto. Identificación preliminar		FASES	
		OPERACIÓN	
		CONSTRUCCIÓN	
		ACCIONES	
		FACTORES	
		SISTEMAS	
		M E D I O A M B I E N T E	
		B.14 Generación de empleo	
		B.13 Generación de energía eléctrica.	
		B.12 Ruidos y vibraciones	
		B.11 Disminución de escombreras	
		B.10 Transporte y disposición de cenizas	
		B.9 Generación de material particulado.	
		B.8 Emisiones de gases.	
		B.7 Vertido de efluentes.	
		B.6 Abastecimiento de agua.	
		B.5 Descarga / Tratamiento de RSU	
		B.4 Descarga y almacenamiento. de carbón /estéril	
		B.3 Transporte y almacenamiento de sustancias químicas.	
		B.2 Transporte de RSU	
		B.1 Transporte de carbón y estéril	
		A.8 Inversión	
		A.7 Generación de empleo	
		A.6 Ruidos y vibraciones	
		A.5 Trafico de vehículos	
		A.4 Derivación de agua	
		A.3 Uso del agua	
		A.2 Cimientos y construcciones civiles	
		A.1 Preparación del terreno	
		Alteración de la flora	
		Alteración de fauna	
		Modificación de ecosistemas	
		Degradación de suelos	
		Perdida de capacidad productiva	
		Modificación del drenaje	
		Estabilidad de taludes	
		Incrementos de proc. erosivos	
		Incremento de proc. de inundación	
		Alteración morfolodinámica	
		Procesos de remoción	
		Valor estético.	
		Calidad del agua superficial	
		Calidad del agua subterránea	
		Afectación de caudales.	
		Medio Salud	
		Social	
		Educación	
		Económica local regional	
		Medio Económico	
		Estructural	
		Comunicaciones/ infraestructura	
		Cambios del valor del suelo	
		Cambios del Uso del suelo	
		Calidad de vida	

Impacto positivo
Impacto negativo
No se prevé impacto significativo
Carácter negativo. No se califica
Carácter positivo. No se califica

Cuadro 2. Matriz de valoración cualitativa.

		FASES																									
		CONSTRUCCIÓN						OPERACIÓN																			
		A.1 Preparación del terreno	A.2 Cimientos y construcciones civiles	A.3 Uso del agua	A.4 Derivación de agua	A.5 Trafico de vehículos	A.6 Ruidos y vibraciones	A.7 Generación de empleo	A.8 Inversión	B.1 Transporte de carbón y estéril	B.2 Transporte de RSU	B.3 Transporte y almacenamiento de sustancias químicas.	B.4 Descarga y almacenamiento. de carbón / estéril	B.5 Descarga / Tratamiento de RSU	B.6 Abastecimiento de agua.	B.7 Vertido de efluentes.	B.8 Emisiones de gases.	B.9 Generación de material particulado.	B.10 Transporte y disposición de cenizas	B.11 Disminución de escombreras	B.12 Ruidos y vibraciones	B.13 Generación de energía eléctrica.	B.14 Generación de empleo				
SISTEMAS	FACTORES	ACCIONES																									
		Alteración de la flora	-111	-111	-101	-102	-212	0	0	0	0	-212	-111	-312	-312	-312	-312	-312	-312	-312	-312	-312	-312	-312	-312	0	0
Suelos	Alteración de fauna	-111	-111	-102	-102	-102	-202	0	0	0	0	-102	-111	-312	-312	-312	-312	-312	-312	-312	-312	-312	-312	-312	0	0	
	Modificación de ecosistemas	-112	-112	-102	-202	-212	-202	0	0	0	0	-212	-111	-312	-312	-312	-312	-312	-312	-312	-312	-312	-312	-312	0	0	
Suelos y Paisaje	Degradación de suelos	-111	-101	-101	-112	-111	0	0	0	0	-112	-112	-111	-111	-111	-212	-212	-212	-312	-312	-312	-312	-312	-312	0	0	
	Pérdida de capacidad productiva	-111	-101	-101	-112	-111	0	0	0	0	-112	-112	-111	-111	-111	-212	-212	-212	-312	-312	-312	-312	-312	-312	0	0	
Paisaje	Modificación del drenaje	-211	-211	-201	-101	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-212	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Modificación de taludes	-111	-111	0	-101	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-212	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Agua	Incrementos de proc. erosivos	-111	-111	-101	-101	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-212	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Incremento de proc. de inundación	-111	-211	-101	-101	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-212	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Medio Social	Alteración morfodinámica	-211	-211	-201	-101	-112	0	0	0	0	0	0	0	0	-212	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Procesos de remoción	-111	-111	-101	-101	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Medio Económico - Estructural	Valor estético.	-111	-111	-101	-101	-112	0	0	0	0	-112	-112	-112	-112	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Calidad del agua superficial	-102	-102	-102	-101	-112	0	0	0	0	-112	-112	-212	-212	-112	-313	-212	-212	-212	-212	-212	-212	-212	-212	-212	0	0
Calidad de vida	Calidad del agua subterránea	-112	-112	-102	0	0	0	0	0	0	0	-112	-112	-112	-212	-212	-212	-212	-212	-212	-212	-212	-212	-212	0	0	
	Afectación de caudales.	-211	-211	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Socio-económico	Salud	0	0	-101	-111	-203	-102	-202	0	0	112	-113	0	0	0	0	-112	-212	-112	-112	-112	-112	113	-113	0	0	
	Educación	0	0	-101	-111	-102	-102	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-112	0	0	0	0	112	0	0	0	
Calidad de vida	Económica local regional	101	202	0	0	-103	0	303	0	0	0	113	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	212	212	0	0	
	Comunicaciones/ infraestructura	0	313	0	0	-303	0	303	0	0	111	-213	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	313	312	0	0	
Calidad de vida	Cambios del valor del suelo	111	111	0	0	0	0	112	0	0	0	0	0	0	0	0	-112	-112	-112	-112	-112	111	0	212	0	0	
	Cambios del Uso del suelo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		0	202	-212	-212	-202	-102	202	0	0	212	-112	0	0	0	0	-112	-212	-112	-112	-112	212	-112	313	212	0	0

M E D I O A M B I E N T E

EVALUACIÓN DE IMPACTO SOBRE EL MEDIO SOCIO ECONÓMICO¹

A. Etapa de construcción

A.1.4. Preparación del terreno

Salud: no se encontró impacto (S/I).

Educación: S/I.

Calidad de vida: S/I. Ya que las posibles alteraciones en Río Turbio se sitúan aguas abajo de las tomas de la población de 28 de Noviembre.

Economía local - regional: (+101). Impacto reducido, en un período concreto y parcial del proyecto y donde se encuentra esta acción vinculada a la generación de empleo (véase A.6.5.).

Comunicaciones / infraestructura: S/I.

Cambios del valor del suelo: (+111). Las mejoras, nivelación y trabajo sobre el territorio valorizan positivamente el suelo, impacto perdurable y de extensión puntual.

Cambios del uso del suelo: S/I. El área de extensión puntual del proyecto (AIP) se encuentra establecida catastralmente para uso industrial.

A.2.4. Cimientos y construcciones civiles

Salud: S/I.

Educación: S/I.

Calidad de vida: (+202). Factor impactado positivamente por estar vinculado a la acción generadora de empleo (A.6.), considerando esta acción puntualmente ligada al desarrollo de la vida en la región.

Economía local - regional: (+202). Se toma esta acción como positiva, sin tomar en cuenta la mano de obra directa que se halla contemplada en el apartado 6 de esta Fase, sí al empleo indirecto generado por la demanda de materias prima y su traslado. Entendemos su severidad como media, pensando su temporalidad al corto plazo en un plano regional.

Comunicaciones / infraestructura: (+313). Impacto y carácter vinculado a otras acciones (A.6.5. - B.13.5. - B.14.5.) en el sentido de sentar la base estructural y plasmar una

transformación regional articulada a los recursos naturales en el largo plazo.

Cambios del valor del suelo: (+111).

Un impacto bajo pero positivo por la suma de valor agregado implicando su larga perdurabilidad con una extensión reducida al ámbito puntual (AIP).

Cambios del uso del suelo: S/I. El área de extensión puntual del proyecto (AIP) se encuentra establecida catastralmente para uso industrial.

A.3.4. Uso del agua y A.4.4. Derivación de agua

No se cuenta con información precisa sobre la cantidad necesaria de consumo de este recurso vital, se entiende que una demanda y utilización equilibrada bajo una programación de actividades disminuirían el impacto. De todos modos, los plazos de esta fase son cortos, por lo tanto con relación al uso del agua se cree que el impacto va a ser, si bien negativo, bajo en el medio social (*Salud, Educación, Calidad de vida*) (-112). No se encontró impacto en los demás factores.

Economía local - regional: S/I. No se encontraron grandes extensiones de pastura intensiva que puedan ser impactadas directamente.

Comunicaciones / infraestructura: S/I.

Cambios del valor del suelo: S/I.

Cambios del uso del suelo: S/I.

A.5.4. Tráfico de vehículos

Si bien no se tienen precisiones sobre el tráfico vehicular en este momento, se entiende que va a existir una frecuencia importante durante la fase de construcción y montaje de la CT. El trayecto, principalmente en esta etapa, va a ser regional, considerando el traslado desde Río Gallegos hasta la zona de instalación de la CT (por RN 3, luego la RP 5 y desde la localidad de La Esperanza por la RP 7, y para finalmente llegar por la RN 40 con un total de 310 kilómetros).

Por último, a esta movilidad de carácter regional hay que sumarle la circulación por la construcción de obras civiles tanto de maquinarias como de suministro de materias primas para los cimientos (A.2.), sobre las que no se tiene información desde donde se proveerán. De

¹ Esta evaluación debe mejorarse con las contribuciones adquiridas a través de la apertura de espacios de discusión ciudadana.

todas maneras habrá un impacto de tipo puntual que se sumará al regional del equipamiento y ensamblaje de la central.

Salud: (-203). El aumento de la circulación vehicular traerá consigo un aumento del riesgo de accidentes. Por lo que se deduce habrá un impacto negativo y no permanente en esta fase de construcción, pero sí ligado fuertemente al área regional en el trayecto desde Río Gallegos a la zona del Proyecto.

Educación: (-102). En la movilidad diaria de población entre las localidades de la cuenca se entiende que hay un número importante de estudiantes que viajan puntualmente desde 28 de Noviembre a la Escuela Técnica de Río Turbio. En tal sentido, este factor se verá impactado negativamente sólo en el último tramo del traslado, es decir que tendrá una extensión puntual.

Calidad de vida: (-202). Impacto negativo para el desarrollo de la vida ligada a la movilidad local. El impacto será de magnitud media ya que el vínculo entre las poblaciones de la cuenca es fluido y el trayecto es realizado comúnmente por sectores de la población.

Economía local regional: (-103). No tendrá un impacto importante teniendo en cuenta que la economía local está ligada en torno a la producción minera, pudiendo afectar la red de abastecimiento de bienes en un sentido regional y sólo en esta etapa de la construcción.

Comunicaciones / infraestructura: (-303). Fuerte impacto negativo en la red de transporte vehicular, tanto de alimentos y suministro de bienes como de transporte de pasajeros en el trayecto Río Gallegos - Río Turbio por el aumento de la circulación. Así mismo, en la estructura asfáltica de la carretera, por la alta frecuencia y el supuesto peso de traslado, de todos modos al igual que en los otros factores, en esta acción el impacto será temporalmente acotado.

Cambios del valor del suelo: S/I.

Cambios del uso del suelo: S/I.

Sería recomendable que la circulación de vehículos mantenga una rutina y esté distanciada de los horarios picos de circulación, que en principio serían: los cambios de turnos en la mina, de los trabajadores en la construcción de la CT, de la entrada y salida de los turnos escolares y de la administración municipal. También es importante una demarcación mayor de las carreteras y una señalización clara en entradas

y salidas en el acceso a la CT. Por otro lado, sería importante interiorizar, con información preventiva, a los sectores vinculados al transporte (choferes de pasajeros; red de abastecimiento y otros).

A.6.4. Ruidos y vibraciones

Producirá un impacto negativo sobre los factores de *Salud, Educación, Calidad de vida*, ocasionado por el traslado, construcción y ensamblaje de la CT. De todas maneras, por ser temporalmente acotado se cree que la severidad será baja en una extensión de tipo local (102).

Economía local - regional: S/I.

Comunicaciones / infraestructura: S/I.

Cambios del valor del suelo: S/I.

Cambios del uso del suelo: S/I. El área de extensión puntual del proyecto (AIP) se encuentra establecida catastralmente para uso industrial.

A.7.4. Generación de empleo

Salud: (-202). Impacto negativo en el ámbito local. Considerando una demanda de 450 personas para la construcción de la CT, y el alto grado de accidentes de este rubro (Anuario estadístico. Superintendencia de Riesgo de Trabajo. 2003) se entiende que existirá una mayor demanda durante este período, tanto por parte de los trabajadores como así también por un posible crecimiento demográfico en el ámbito local con la consiguiente repercusión en la estructura del sistema de salud.

Educación: S/I. La estructura se encuentra con capacidad de absorber una mayor demanda, de todas formas tendrían que considerarse los recursos humanos.

Calidad de vida: (+202). La generación de empleo, de acuerdo con la cantidad de personal a trabajar, impactará positivamente en el área local, ya que al producir una disminución del desempleo, durante el período de construcción, mejorará los niveles de este factor.

Economía local - regional: (+303). Altamente positivo para la economía local y regional, ligadas fuertemente a la creación de empleo directo y con esto a una mayor demanda de bienes y servicios, que traerá aparejado un crecimiento del empleo indirecto.

Comunicaciones / infraestructura: (+303). Alta demanda sobre el sector de trans-

porte por el suministro y traslado de materias primas, impactando positivamente en la región.

Cambios del valor del suelo: (+112).

El fuerte aumento de la demanda de mano de obra tanto directa como indirecta provocará un crecimiento de población, revalorizando positivamente el valor de la propiedad en la zona de estudio. De todas maneras el impacto será bajo.

Cambios del uso del suelo: S/I. El área de extensión puntual del proyecto (AIP) se encuentra establecida catastralmente para uso industrial.

Se recomienda desarrollar fuertemente una política ocupacional que priorice y capacite la oferta local y, en un segundo lugar, a la regional. Del mismo modo, es de importancia la regulación y transferencia gradual hacia nuevos emprendimientos, luego de esta etapa de demanda pico, ya que su temporalidad es algo acotada. Para ello sería oportuno realizar consultas y encargar estudios específicos a la UMPA.

A.8.4. Inversión

No se contó con suficiente información para la calificación de esta acción. De todos modos su carácter es positivo.

B. ETAPA OPERACIÓN

B.1.4. Transporte de carbón y de estéril

Si bien no se contó con una información precisa, no se observó impacto sobre la mayoría de los factores socio-económicos.

Solo habría pérdida en el valor del suelo y uso del suelo por el trazado de la cinta transportadora (véase B.1.2.)

B.2.4. Transporte de RSU

Durante la etapa de operación, el traslado de los Residuos Sólidos Urbanos (RSU) no tendría una afluencia importante, prácticamente sin impacto.

El consumo mensual de RSU para combustión en la CT será de 100 t/mes, lo cual, suponiendo un promedio de 5 t/ diarias por camión, resulta menos de 1 camión diario.

Salud: (+112). La quema de los RSU, que se mantiene actualmente sobre la zona de emplazamiento de la Central, afecta de forma negativa y directa a la población de 28 de No-

viembre debido a la orientación predominante de vientos. Por lo tanto, la combustión de los mismos, de manera clasificada y con control de emisiones, disminuiría enfermedades respiratorias, alergias e irritaciones.

Educación: (S/I)

Calidad de vida: (+212). La disminución de la quema indiscriminada de residuos y su tratamiento, acompañados de una posible política de protección de medio ambiente y valorización subjetiva sobre la importancia del entorno indicaría un impacto positivo y una mejora de este factor.

Economía local - regional: S/I.

Comunicaciones / infraestructura: (+111). Aquí se observa un impacto positivo, de tipo permanente y que abarca puntualmente a la zona de la cuenca y está asociado a las dificultades crónicas sobre la disposición de residuos urbanos, generalmente resuelto por medio de la quema, con sus consecuencias negativas para el ambiente y la población. Por lo tanto, si bien la utilización de RSU como combustible no va a presentarse como una solución estructural de la problemática, comienza a ser una alternativa para articular una solución de fondo.

Cambios del valor del suelo: S/I.

Cambios del uso del suelo: S/I. El área de extensión puntual del proyecto (AIP) se encuentra establecida catastralmente para uso industrial.

Se recomienda:

La capacitación del personal encargado de seleccionar y clasificar los residuos a ser utilizados como combustibles.

Campanas públicas de información sobre medio ambiente y clasificación de residuos sólidos en los hogares.

Clases especiales sobre la problemática del medio ambiente en establecimientos educativos formales y lugares de integración social (polideportivos, centros de jubilados, etc).

Apertura para el involucramiento y participación de la población en ámbitos de decisión en temática ambiental.

B.3.4. Transporte y almacenamiento de sustancias químicas.

Si bien no se tiene precisiones sobre el tráfico vehicular en este momento, se entiende que va a tener una frecuencia importante

durante la fase de operación. El trayecto, principalmente en esta etapa, va a ser regional.

Salud: (-113). El aumento de la circulación vehicular traerá consigo un aumento del riesgo de accidentes. Considerando la peligrosidad del transporte de insumos y aditivos se entiende que habrá un impacto negativo y permanente en esta fase de operación y ligado al área regional.

Educación: S/I.

Calidad de vida: (-112). Localmente el transporte de sustancias químicas y con ello el posible riesgo de accidentes y derrames, impacta negativamente en este factor teniendo en cuenta que se trata de una acción que perdurará en el largo plazo. Además, el vínculo entre las poblaciones de la cuenca es fluido ya que el trayecto es realizado comúnmente por distintos sectores de la población.

Economía local - regional: (+113). Positivo, por la demanda de materias primas y mano de obra para su traslado, considerando el largo plazo del efecto.

Comunicaciones / infraestructura: (-213). Impacto medio y negativo sobre la estructura de caminos en una extensión regional y principalmente por su persistencia en el tiempo. Además impactará negativamente en la red de transporte vehicular, tanto de alimentos y suministro de bienes como de transporte de pasajeros

Cambios del valor del suelo: S/I.

Cambios del uso del suelo: S/I. El área de extensión puntual del proyecto (AIP) se encuentra establecida catastralmente para uso industrial.

Sería recomendable que la circulación de vehículos mantenga una rutina y esté distanciada de los horarios picos de circulación, que en principio serían: los cambios de turnos en la mina, de los trabajadores en la construcción de la CT, de la entrada y salida de los turnos escolares y de la administración municipal. También es importante una demarcación mayor de las carreteras y una señalización clara en entradas y salidas en los accesos a la CT. Por otro lado, sería importante interiorizar con información preventiva a los sectores vinculados al transporte (choferes de pasajeros; red de abastecimiento y otros).

B.4.4. Descarga y almacenamiento de carbón y estéril

No se encontró impacto de esta acción sobre los factores socio-económicos.

B.5.4. Descarga y Tratamiento de RSU

No se encontró impacto de esta acción sobre los factores socio-económicos.

B.6.4. Abastecimiento de agua

No se encontró impacto de esta acción sobre los factores socio-económicos.

B.7.4. Vertido de efluentes

No se cuenta con información en la PT N°2, específicamente sobre volúmenes ni análisis de los vertidos de aguas residuales (véase B.6.3.). Se evalúa sobre la condición térmica.

Salud: (-112). Impacto negativo por vertidos que elevan la temperatura del agua del río, con posibles implicancias para la generación de nuevos procesos contaminantes (colonias bacterianas) (véase B.6.3.).

Educación: S/I.

Calidad de vida: (-112). El uso de sistemas de enfriamientos cerrados reducen el impacto de los vertidos, por lo que se entiende habrá un bajo impacto local, pero que perdurará durante la operación de la planta.

Economía local - regional: S/I. Consideramos que esta acción no impactará sobre la economía local centrada en la explotación del enclave minero.

Comunicaciones / infraestructura: S/I.

Cambios del valor del suelo: (-112). Negativo sobre posibles cambios del entorno biótico y con las consiguiente devaluación del suelo.

Cambios del uso del suelo: (-112). La posible alteración de la dinámica de los humedales producto de los vertidos, puede traer aparejado un impacto negativo sobre el desarrollo de pasturas próximos al área local y de forma permanente (véase B.6.1.).

B.8.4. Emisiones de gases

Salud: (-212). Impacto negativo en la salud por la cercanía geográfica del predio de la CT. a la población. Impacto permanente y local. Considerando el monitoreo, filtros y el sistema de caliza que parecen reducir fuertemente las emisiones gaseosas, más la orientación del viento, que es optimista según el estudio de especialistas, se considera que el impacto será medio.

Educación: (-112). Ligado principalmente al factor anterior y de acuerdo con la información recopilada en entrevistas, la población estudiantil se podría ver afectada por las emisiones, ya que aparentemente en la actualidad sufren de enfermedades respiratorias.

Calidad de vida: (-212). Si bien el capítulo de climatología demuestra que los vientos predominantes anuales tienen una orientación Oeste (28,49%), seguidos en importancia por SO y NO, existe a primera vista, en el imaginario social de la población de 28 de Noviembre y fundamentado con ejemplos concretos (humos y particulado del basural en el predio a instalarse la CT), la idea que una planta de tal magnitud, en el actual predio, afectaría perjudicialmente y de forma directa a dicha población.

Si se considera la altura de la chimenea de la planta (aproximadamente 70 m), los efectos de la emisión se reducirían significativamente y el impacto en la calidad de vida será menor.

Por lo tanto, tomando en cuenta a este factor como una variable amplia y abstracta pero que contiene indicadores de calidad de entorno - ambientales, la instalación de este proyecto afectará sensiblemente a este factor en esta acción.

Economía local - regional: S/I. Se considera que esta acción no impactará sobre la economía local, centrada en la explotación del enclave minero.

Comunicaciones / infraestructura: S/I.

Cambios del valor del suelo: (-112): Existe un impacto negativo por la contaminación del suelo perjudicando el valor. De todas maneras, si bien permanente, el impacto sería de tipo local, pensando en futuros emprendimiento agro- industriales.

Cambios del uso del suelo: S/I. El área de extensión puntual del proyecto (AIP) se encuentra establecida catastralmente para uso industrial.

Se recomienda, contemplar el crecimiento demográfico de la población de la zona (puntualmente 28 de Noviembre) y pensar el uso del actual predio desde el punto de vista del desarrollo urbano. Para ello sería positivo la realización de un estudio de ordenamiento territorial que abarque el ámbito local. También se cree necesario desarrollar campañas de difusión e información del proyecto y su alcance, ya que la preocupación sobre la emisión de gases se presentó como una constante por parte de la

población entrevistada, principalmente por la ubicación de la CT y la falta de mayor conocimiento sobre el proyecto. Otro temor son las dimensiones que podría tomar la Central en caso de ampliarse su capacidad productiva, «se espera pronto la conexión con la red del Sistema Interconectado Nacional» (Central Termoeléctrica Río Turbio Propuesta Técnica N° 2)

B.9.4. Generación de material particulado

Salud: (-112). Si bien existen los dispositivos electrostáticos que minimizarán la emisión de cenizas al ambiente, el impacto en la salud de la población será negativa, y gracias a un exhaustivo monitoreo que mantenga los parámetros preestablecidos, la severidad será baja en el ámbito local.

Educación: S/I.

Calidad de vida: (-112). Idem salud.

Economía local - regional: S/I. Se considera que esta acción no impactará sobre la economía local centrada en la explotación del enclave minero.

Comunicaciones / infraestructura: S/I.

Cambios del valor del suelo: (-112).

La modificación de suelos y de la biota impactarán negativamente sobre el valor del suelo en el área local, pensando en futuros emprendimiento agro- industriales.

Cambios del uso del suelo: S/I. No es posible una recuperación total, por ende no se encontró impacto.

B.10.4. Transporte y disposición de las cenizas

No se evalúa por falta de información.

B.11.4. Disminución de escombreras

Salud: (+112). La remediación del entorno mejorará la calidad ambiental, disminuyendo el material particulado en el arroyo San José. La mejora impactará con severidad baja sobre este factor pero perdurable en el tiempo en una extensión regional.

Educación: S/I.

Calidad de vida: (+212). La disminución de la escombrera de estéril es positiva para este factor en el sentido de reconstrucción del entorno ambiental, mejorando el hábitat de la cuenca. La acción tendría severidad media y temporalmente perdurable.

Economía local - regional: S/I.

Comunicaciones / infraestructura: S/I.

Cambios del valor del suelo: (+111).

La posibilidad de una medida de recuperación frente al actual impacto se manifiesta de forma positiva, perdurable y de extensión local (aunque el suelo no tenga valor económico).

Cambios del uso del suelo: S/I. No es posible una recuperación total, por ende no se encontró impacto.

B.12.4. Ruidos y vibraciones

Se entiende que provocará un impacto negativo sobre los factores de *Salud, Educación, Calidad de vida, Economía local - regional, Comunicaciones / infraestructura*, ocasionado por el ruido de la circulación de vehículos y operación de la CT. De todas maneras, el impacto será bajo pero perdurable con una extensión de tipo local (-112).

Cambios del valor del suelo: S/I.

Cambios del uso del suelo: S/I.

B.13.4. Generación de energía eléctrica

Salud: (+113). Carácter positivo del impacto a nivel regional y ligado al factor estructural del sistema sanitario.

Educación: (+112). Naturaleza positiva con una media intensidad, de influencia parcial y manifestación a mediano plazo y una persistencia permanente en el tiempo, que podría ser reversible en el mediano plazo y de manifestación sinérgica y simple acumulación. El efecto será de forma directa y periódica y recuperable.

El impacto es positivo, puesto que al existir cortes de energía de forma periódica, dificulta el normal desenvolvimiento del ciclo escolar. Así mismo, a su intensidad se la entiende como baja, ya que la recuperación de la capacidad energética no será determinante en el desarrollo educativo.

Calidad de vida: (+313). Entendido este factor socio-económico como central y basado sobre el consumo de bienes y servicios y partiendo del supuesto que la generación de energía mejora la calidad de vida (Honty, 2001) el impacto de carácter positivo tendrá una extensión regional y a largo plazo en el marco del Plan Estratégico para la región. En tal sentido, el impacto sobre la población se plasmaría bajo la idea de seguridad y tranquilidad en contraposición de la crisis vivida años anteriores.

Economía local - regional: (+312). Impacto de carácter positivo y alto en el ámbito local, ligado fuertemente a la estructura productiva de la zona en relación al suministro de materia prima para la combustión. Se calcula 30 t de carbón por turbina por hora y en un estimado de 8000 hs/ anuales, demandaría una producción de algo menos de 500.000 t/ anuales, lo cual consolidaría la cuenca como proyecto minero, permitiendo la modernización de la explotación, reduciendo costos y a su vez plasmando la base para el desarrollo productivo sostenido en la región.

Comunicaciones / infraestructura: (+313). Seguramente será el impacto positivo de mayor magnitud por su extensión, perdurabilidad y significancia. La CT a instalarse en la región de la Cuenca Carbonífera se presenta como un cambio estructural hacia el desarrollo sustentable, sentando la base para una proyección productiva de YCRT a largo plazo, dentro del Plan Minero Nacional. La generación de energía dará un valor agregado a la explotación del carbón y a su vez sería soporte de una nueva etapa de esta actividad.

Cambios del valor del suelo: (+212). Las implicancias producidas por la energía hacia un desarrollo productivo en la región modificarán positivamente el valor del suelo de forma local y a largo plazo.

Cambios del uso del suelo: S/I.

B.14.4. Generación de empleo

Salud: (-113). La mayor actividad productiva y mano de obra en actividad vendrá acompañada de una mayor demanda de servicios de salud. Si bien la planta de personal ocupado no es de gran extensión, la complejidad de la operación de la CT seguramente desencadenará un impacto negativo, permanente y regional, sobre los factores de equipamiento sanitario.

Educación: S/I.

Calidad de vida: (+212). La disminución de la desocupación en el ámbito local afectará directamente en la calidad de vida de forma positiva. Si embargo, en este período, la planta de personal tendrá un nivel mayor de capacitación. Se entiende que parte del mismo será contratado en un área más amplia que la local. De todos modos se puede estimar que si bien no repercutirá directamente en el desempleo, sí lo hará de forma indirecta y moderada en el área de la cuenca.

Economía local - regional: (+212). La mano de obra ocupada en esta fase de operación es de un plantel de 123 personas, de las cuales 28 cumplen horario matutino, 6 son técnicos- administrativos y las otras 22 de mantenimiento. Por otro lado, existe un cronograma de actividad de 5 turnos de 19 trabajadores. Se tiene entonces un personal con cargos jerárquico y ejecutivo dentro de los 28 y un personal operativo en el resto de los 95. No se hará un estimado de salarios en este caso, pero si bien es significativamente menor en esta etapa el personal tiene una calificación mayor y por ende su ingreso, el que repercutirá en la economía local positivamente a lo largo del proyecto, acompañado de una mayor demanda de bienes y servicios y con ello del empleo indirecto.

Comunicaciones / infraestructura: (+313). Alto impacto de carácter positivo en el plano estructural de la región y de la provincia. Se manifiesta la consolidación de cambio sustancial en lo que a infraestructura se refiere y un giro a largo plazo en la política de recursos naturales.

Cambios del valor del suelo: S/I.

Cambios del uso del suelo: S/I.

La posibilidad de un cambio en la política regional hacia una desarrollo estable, centrado en la generación de energía, parece ser la salida a largos períodos de ciclos, donde la economía local se vio vulnerada por factores externos.

Ciclos que no eran más que el reflejo de la falta de estrategias que contemplasen una visión de integración regional que garantizase tanto el empleo como el bienestar de la población de forma perdurable.

Este parece ser el desafío de esta nueva etapa, es decir, la integración económica - social, contemplando como protagonistas a nuevos actores, reduciendo la participación estatal de carácter cuasi-hegemónico de generador de empleo (público, YCRT) en la región por medio de la articulación de emprendimientos productivos, capacitación de recursos humanos, abriendo canales de participación ciudadana e instituciones intermedias, entre otros.

Impacto atmosférico



INTRODUCCIÓN

La evaluación del impacto ambiental atmosférico producido por las emisiones gaseosas y de material particulado generados por Centrales Térmicas de Generación de Electricidad debe seguir los lineamientos contenidos en la Guía Práctica para la Preparación de las Evaluaciones de Impacto Ambiental Atmosférico (E.I.A.A.) del Ente Nacional Regulador de la Electricidad (Resolución ENRE N° 13/97- Boletín Oficial N° 28.565 de fecha 16 de enero de 1997). En el Anexo de esa Resolución se presenta a los fines regulatorios un metodología a cumplir dividida en dos etapas: Etapa I, de sondeo o de screening y Etapa II, de contenido más detallado.

Etapa I: Se debe aplicar la técnica de sondeo o de screening para simular la dispersión atmosférica de contaminantes emitidos desde fuentes puntuales para determinar si las concentraciones de contaminantes en aire superan o no el 50% de los valores de los límites máximos admisibles de calidad del aire establecidos por las normas legales ambientales vigentes en la zona de emplazamiento. Este procedimiento es aplicable a diferentes condiciones atmosféricas, entre las cuales es necesario detectar la ambientalmente más desfavorable. En caso en que las concentraciones máximas totales (concentraciones obtenidas por el modelo más las concentraciones de fondo) estimadas sobrepasen el 50% de los valores de los límites máximos admisibles de calidad del aire establecidos por la norma legal ambiental vigente será necesario aplicar la metodología más detallada incluida en la **Etapa II**.

Etapa II: Requiere la aplicación de modelos de dispersión atmosférica más detallados utilizando información meteorológica horaria.

En el caso de la Central Termoeléctrica Río Turbio a instalar en la zona de Río Turbio (Prov. Santa Cruz), se aplicó el modelo de dispersión atmosférica **SCREEN3-VALLEY** (Etapa I).

DESCRIPCIÓN DEL MODELO DE DISPERSIÓN ATMOSFÉRICA SCREEN3-VALLEY

La técnica de sondeo o de screening en el campo del modelado de la dispersión atmosférica es aplicable a la dispersión de conta-

minantes gaseosos químicamente estables y a partículas finas. Este procedimiento puede ser utilizado para evaluar el impacto sobre la calidad del aire producido por fuentes de emisión de contaminantes, posibilitando la evaluación del cumplimiento de las normas ambientales legales vigentes. Esta metodología es utilizada cuando es necesario estimar el impacto ambiental atmosférico que producirán nuevas fuentes de emisión de contaminantes, modificaciones de las existentes o que generen fuentes en funcionamiento.

La mayoría de los métodos utilizados en la técnica incluida en los modelos de dispersión atmosférica del tipo **SCREEN** se basan en suposiciones y procedimientos incluidos en otros modelos más detallados recomendados por la United States Environmental Protection Agency (US.EPA).

Los modelos del tipo **SCREEN** (aplicables a terreno llano) utilizan como base la hipótesis de la pluma gaussiana (Arya, 1999) incorporando factores relacionados con las fuentes de emisión y parámetros meteorológicos a los algoritmos que posibilitan la estimación de las concentraciones en aire de contaminantes emitidos desde fuentes continuas. Se supone que los contaminantes no reaccionan químicamente y que no se verifican algunos procesos de remoción (depósitos seco o por acción de la precipitación) de contaminantes de la atmósfera.

Este tipo de modelos se puede aplicar a contaminantes emitidos a la atmósfera desde fuentes puntuales y volumétricas, y antorchas. Para ser utilizado en el caso de fuentes areales (que se suponen rectangulares) debe recurrirse a la integración numérica.

El modelo **SCREEN3** (US. EPA, 1992, 1995) examina las diferentes posibilidades de ocurrencia conjunta de clases de estabilidad atmosférica y de velocidades de viento para encontrar las condiciones meteorológicas correspondientes al caso ambientalmente más comprometido que conduzca a las concentraciones máximas de contaminantes en aire a nivel del suelo.

La altura de la capa de mezcla a utilizar en la aplicación de este tipo de modelo a las Centrales Térmicas de Generación de Electricidad (ver la Guía Práctica para la Preparación de las Evaluaciones de Impacto Ambiental Atmosférico (E.I.A.A.) - Resolución N° 13/97 del Ente Nacional Regulador de la Electricidad), cuando las condiciones de la atmósfera son inestable y

neutra, debe obtenerse sumando un metro a la altura efectiva de emisión que corresponda a cada chimenea. La altura de la capa de mezcla para condiciones estables es supuesta igual a 10000m.

En el modelo **SCREEN3** se utilizan expresiones que describen la elevación de la pluma originada por el empuje térmico y por el impulso desarrollado por Briggs (1975), incorporando los efectos causados por estructuras denominado «volcado» y planteados matemáticamente por Schulman-Scire (1980).

Los coeficientes de dispersión atmosférica utilizados son válidos para condiciones rural o urbana con inclusión de la dispersión inducida por el empuje. También, se incorporan al modelo los efectos de las circulaciones del aire en las regiones de «cavidad» y de «estela» originada por la presencia de estructuras interpuestas al flujo del aire.

Asimismo, el modelo posibilita el tratamiento de fenómenos relacionados con el proceso de fumigación, con el efecto del rompimiento de inversión y con la fumigación en zonas costeras. Sin embargo, este último sólo es aplicable a fuentes rurales.

El modelo **SCREEN3**, no es aplicable a terreno complejo. Como opción, cuando se desea evaluar la dispersión de contaminantes en terreno complejo. El modelo **SCREEN3** utiliza el modelo **VALLEY**, que fue diseñado para estimar la concentración de contaminantes en la atmósfera cuando la altura del terreno es mayor que la de la chimenea.

El **VALLEY** (Burt, 1977) es un modelo del tipo screening. El **SCREEN3** contiene el modelo **VALLEY** con la única posibilidad de calcular las concentraciones (tiempo de promedio 24 horas) de contaminantes originados por una fuente de emisión localizada en terreno complejo. Debe destacarse, que los resultados del modelo **VALLEY** son conservativos.

Los procesos físicos que tienen lugar en un terreno complejo influyen sobre la trayectoria y la dispersión de una pluma de contaminantes. Son conocidos los efectos adversos de los terrenos complejos que tienden a causar mayores concentraciones de contaminantes en los receptores elevados que las fuentes localizadas en terreno simple. En primer lugar, las concentraciones son mayores debido a que la superficie elevada se encuentra más cerca de la línea central de la pluma. En algunos casos, la pluma puede impactar directamente sobre la

ladera de la montaña. En segundo lugar, el drenaje del flujo de aire bajando por la pendiente de la montaña durante la noche puede causar que el aire se aglomere y estanque en los valles, y la concentración puede incrementarse en forma importante. Por otro lado, también, existen procesos físicos que actúan disminuyendo las concentraciones.

Estudios experimentales realizados en campo, demostraron que los vientos tienden a seguir la estructura del terreno. Este proceso denominado de canalización reduce la probabilidad de interacción de la pluma con el terreno elevado. Adicionalmente, la turbulencia aumenta debido al aire que es perturbado por el terreno complejo. La US. EPA analizó los datos procedentes de experimentos de campo realizados en las Montañas Rocosas, y determinó que una condición razonable de «peor» caso para concentraciones (tiempo de promedio corto) en terreno complejo es la clase de estabilidad atmosférica F, con velocidad del viento de 2.5m/s y con persistencia de la dirección del viento en un sector de 22.5° durante seis horas. Estas condiciones meteorológicas son recomendadas por la US. EPA para estimar las concentraciones (tiempo de promedio: 24 horas) mediante el modelo **VALLEY**.

Debido a que el modelo **VALLEY** es un modelo gaussiano que supone condiciones estacionarias, se considera que la emisión y las condiciones meteorológicas son constantes en todo el tiempo de promedio considerado. La altura de la pluma es calculada mediante el método desarrollado por Briggs (Briggs, 1973). Adicionalmente, se propone considerar la dispersión inducida por el empuje térmico. En condiciones inestables, se supone que la altura de la pluma es considerada constante, mientras que en casos estables la altura de la pluma es constante respecto de la altura del mar posibilitando que la línea central de la pluma se acerque hasta 10m de distancia de la superficie.

Las suposiciones en que se basa el modelo **SCREEN3-VALLEY** limitan su capacidad para describir totalmente las condiciones físicas de la fuente y de la atmósfera. Sin embargo las suposiciones restrictivas son las causas de que los resultados del modelo **SCREEN3-VALLEY** sean conservativos. De esta forma, las estimaciones de las concentraciones a diferentes distancias en la dirección del viento proporcionan una seguridad razonable de que las concentraciones máximas serán menores que

las concentraciones observadas en los respectivos receptores. Utilizando el modelo SCREEN3-VALLEY, los cálculos de las concentraciones máximas en diferentes condiciones meteorológicas para una nueva fuente de emisión proporcionarán estimaciones conservativas de la calidad del aire.

Esto plantea lo superlativo e innecesario de las restricciones adicionales planteadas en la Resolución ENRE N° 13/97, en lo referente a las limitaciones de la altura de la capa de mezcla (en lugar del cálculo automático a efectuar por el modelo) y de la consideración limitativa del 50% de las normas de calidad de aire.

En este Informe, se utilizó el modelo SCREEN3-VALLEY (US.EPA, 1995), que fue adaptado a los requerimientos de la Guía Práctica para la Preparación de las Evaluaciones de Impacto Ambiental Atmosférico (E.I.A.A.) - Resolución N° 13/97 del Ente Nacional Regulador de la Electricidad para incluir las metodologías de cálculo de la altura de la capa de mezcla.

LÍMITES MÁXIMOS ADMISIBLES DE CALIDAD DEL AIRE

Las concentraciones máximas admisibles de contaminantes en aire son valores promedios para diferentes tiempos de promedio que no pueden ser superados, sin que sean afectados la salud de los seres humanos y los bienes de la comunidad.

En este trabajo se consideraron los siguientes límites máximos admisibles establecidos por las Leyes Nacionales 20284 y 24051 (Decreto Reglamentario 831/93), para los contami-

nanos regulados por la Secretaría de Energía de la Nación.

CONCENTRACIONES DE FONDO

La concentración de fondo puede definirse como la suma de la concentración de base (en el nivel regional) y las concentraciones en aire de contaminantes aportados por otras fuentes locales aparte de las consideradas.

La zona en la que se ubicará la nueva Central, cuya potencia neta disponible puede llegar a 70MW, está inserta en el área de Río Turbio (Prov. Santa Cruz). En esta zona se encuentran instaladas actualmente, a aproximadamente 4km al noroeste del futuro emplazamiento, dos Centrales Termoeléctricas de Generación de Electricidad. Estas Centrales Termoeléctricas generan mensualmente 1267MWh (Central que consume carbón mineral como combustible) y 1906MWh (Central que consume gasoil como combustible). Esta última suministra energía a la localidad de Río Turbio y la otra provee energía al Complejo Minero.

Se consideró que las emisiones de contaminantes a la atmósfera, generadas por estas dos Centrales, constituyen el principal aporte a la contaminación del aire de la zona.

Esta contribución será considerada como la contaminación de fondo del área. Como estas fuentes son puntuales, las concentraciones de contaminantes emitidas por ellas estarán afectadas por un lado por la distancia y por otro por la dirección del viento y el tiempo de promedio.

Por lo tanto, la concentración de fondo correspondiente a cada contaminante será

Contaminante	Límite máximo admisible	Tiempo de promedio
Dióxido de azufre (SO ₂) (*)	0.07 mg/m ³	1 mes
Óxidos de nitrógeno (expresados como NO ₂) (**)	0.9 mg/m ³	1 hora
Partículas en suspensión (MP) (*)	0.15 mg/m ³	1 mes
Monóxido de Carbono (CO) (*)	57.14 mg/m ³	1 hora
(***)	11.43 mg/m ³	8 horas

(+) Temperatura (T= 25°C) y presión (P= 1 atm)

(*) Ley Nacional 20284.

(**) Ley Nacional 24051- Decreto Reglamentario 831/93.

(***) Contaminante no regulado por la Secretaría de Energía de la Nación.

función de la distancia a las chimeneas de las Centrales en funcionamiento, de la dirección del viento y del tiempo de promedio requerido en cada límite máximo admisible considerado (ver punto 3.)

De acuerdo con la información obtenida y suministrada sobre las características de estas dos Centrales Termoeléctricas de Generación de Electricidad, las condiciones físicas de los conductos de emisión de contaminantes, de su ubicación y de los consumos de combustibles respectivos se proyectaron los caudales de emisión de SO₂, NO₂, MP y CO a la atmósfera, los caudales volumétricos y las temperaturas de los gases en las chimeneas correspondientes.

Se aplicó el modelo de dispersión atmosférica SCREEN3-VALLEY a las emisiones de estos contaminantes y a las características de las chimeneas de las dos Centrales que están actualmente en funcionamiento.

Como se mencionó anteriormente estas dos fuentes de emisión de contaminantes del aire son puntuales y que por lo tanto, la concentración de contaminantes será función de la distancia a las mismas y de la dirección del viento (ver Mazzeo y Venegas, 2006).

Teniendo en cuenta esto, los valores promedios considerados como concentraciones de fondo para el dióxido de azufre, dióxido de nitrógeno, material particulado y monóxido de carbono en este Informe, se incluyen en las Tablas I a X.

En las Tablas I y V se presentan los valores de la contaminación del fondo para el dióxido de azufre y el material particulado, respectivamente, para diferentes direcciones de viento, meses y zonas en las que se verificarán las concentraciones máximas de contaminantes a emitir desde la chimenea de la Central a instalar.

Las Tablas II y VI incluyen los valores de la contaminación de fondo para el dióxido de azufre y el material particulado correspondiente a las localidades de Río Turbio, 28 de noviembre y Julia Dufour y el Complejo Minero.

En las Tablas II, VII y IX se presenta la contaminación de fondo para el dióxido de nitrógeno y el monóxido de carbono para diferentes direcciones del viento, meses y las zonas en las que se verificarán las concentraciones máximas de contaminantes a emitir desde la chimenea de la Central a instalar.

Las Tablas IV, VIII y X incluyen los valores de la contaminación de fondo para el dióxido de nitrógeno y el monóxido de carbono correspondiente a las localidades de Río Turbio, 28 de noviembre y Julia Dufour y el Complejo Minero.

DESCRIPCIÓN DEL FUNCIONAMIENTO DE LA CENTRAL

A continuación se detalla el funcionamiento de la futura Central, de acuerdo con la información suministrada.

Las características físicas de la chimenea serán las siguientes:

Las características de las emisiones para la chimenea se presentan a continuación:

TOPOGRAFÍA

Teniendo en cuenta la futura localización de la Central propuesta y su entorno se consideraron las siguientes características del terreno, teniendo en cuenta la dirección del viento:

APLICACIÓN DEL MODELO DE DISPERSIÓN ATMOSFÉRICA SCREEN3-VALLEY

En todos los cálculos realizados se consideró la posibilidad de que la pluma estuviera afectada por la remoción debida a los efectos de las regiones de «cavidad» y de «estela» generadas por el edificio de la Central. También, se tuvo en cuenta que, de acuerdo con la Reso-

1. IDENTIFICACIÓN DE LA CHIMENEA	
Código o Nombre:	1
Localización: Coordenadas x(m), y(m):	0.0;0.0
2. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS	
Altura de la chimenea desde el suelo (m):	70.0
Sección del tope de la chimenea (m ²):	23.8

CARACTERISTICAS DE LAS EMISIONES	
Código o Nombre de la Chimenea:	1
Régimen de operación considerado:	Continuo
Meses del año correspondientes al régimen de operación:	12
Horas diarias correspondientes al régimen de operación:	24
Horas diarias correspondientes al régimen de operación (g/s):	
SO ₂	166
NO _x	123
MP	50
CO	5
Velocidad de salida del efluente (m/s) :	28.0
Temperatura del efluente (K) :	423

INFORMACION COMPLEMENTARIA	
Caudal de gases de emisión (m ³ /s):	665.3
Concentración de cada contaminante en los gases de emisión (mg/Nm ³):	
SO ₂	387
NO ₂	286
MP	117
CO	12

lución ENRE N° 13/97, la altura de la capa de mezcla, en los casos inestables y neutral, fuera de un metro por encima de la altura efectiva de emisión correspondiente. Debido a que el combustible a utilizar por los nuevos grupos generadores será exclusivamente carbón se tuvieron en cuenta las emisiones de dióxido de azufre, dióxido de nitrógeno, material particulado y monóxido de carbono.

El modelo SCREEN3-VALLEY fue aplicado a las emisiones de SO₂, NO₂, MP y CO a la

atmósfera que se inyectarán desde la chimenea cuando los grupos a instalar consuman carbón según las características presentadas en el punto 5.-

Concentraciones de SO₂ en aire a nivel del suelo (tiempo de promedio: 1mes).

En la Tabla XI se presentan los valores de la concentración máxima (tiempo de promedio: 1mes) estimada de SO₂ (sin considerar

DIRECCIÓN DEL VIENTO	CARACTERÍSTICAS DEL TERRENO
Norte	Simple
Noreste	Complejo
Este	Simple - elevado
Sudeste	Simple
Sur	Simple - elevado
Sudoeste	Complejo
Oeste	Complejo
Noroeste	Complejo

el fondo) para diferentes meses y direcciones del viento, y en la Tabla XII se incluyen los valores de la concentración máxima total (tiempo de promedio: 1mes) estimada de SO₂ (calculada más la concentración de fondo correspondiente) en aire a nivel del suelo para diferentes meses y direcciones del viento, y de las distancias en las cuales se producen esos valores para diferentes direcciones del viento calculados por el modelo SCREEN3-VALLEY.

La mayor concentración total mensual máxima de SO₂ en aire a nivel del suelo corresponde a la dirección del viento sudoeste para el mes de diciembre con un valor de 0.05178mg/m³ que se presentará a 1114 m de distancia de la chimenea.

Los valores calculados de la concentración total mensual máxima de SO₂ en aire correspondientes a la direcciones del viento sudoeste (meses de enero, febrero, noviembre y diciembre) y oeste (meses de enero, febrero, marzo, julio, octubre, noviembre y diciembre) superan 0.035mg/m³ (50% del límite máximo admisible establecido por la Ley Nacional 20284).

Los valores restantes correspondientes a otras direcciones de viento y otros meses se encuentran por debajo de 0.035mg/m³ (50% del límite máximo admisible establecido por la Ley Nacional 20284).

En la Tabla XIII se presentan los valores de la concentración máxima (tiempo de promedio: 1mes) estimada de SO₂ (sin considerar el fondo) en aire a nivel del suelo y en la Tabla XIV se incluyen los valores de la concentración máxima total (tiempo de promedio: 1mes) estimada de SO₂ (calculada más la concentración de fondo correspondiente) en aire a nivel del suelo calculada por el modelo SCREEN3-VALLEY correspondientes a cada mes estimadas para las localidades de Río Turbio, 28 de noviembre y Julia Dufour y en la zona del Complejo Minero.

Las mayores concentraciones correspondientes a cada zona son las siguientes:

Río Turbio:	0.00200mg/m ³ (mes de setiembre)
28 de noviembre:	0.00176mg/m ³ (mes de mayo)
Julia Dufour:	0.00134mg/m ³ (mes de setiembre)
Complejo Minero:	0.00410mg/m ³ (mes de setiembre)

Estos valores se encuentran por debajo de 0.035mg/m³ (50% del límite máximo admisible establecido por la Ley Nacional 20284).

Concentraciones de NO₂ en aire a nivel del suelo (tiempo de promedio: 1 hora).

En la Tabla XV se presentan los mayores valores de la concentración (sin considerar los fondos respectivos) máxima estimada (tiempo de promedio: 1 hora) de NO₂ en aire a nivel del suelo y en la Tabla XVI se incluyen los mayores valores de la concentración total (calculada más los fondos respectivos) máxima estimada (tiempo de promedio: 1 hora) de NO₂ en aire a nivel del suelo y las distancias en las cuales se producen esos valores para diferentes direcciones de viento.

En cada dirección se han considerado las diferentes configuraciones de terreno introducidas en el punto 6.

La mayor concentración media horaria máxima de NO₂ en aire a nivel del suelo corresponde a la dirección del viento noreste con un valor de 0.24757mg/m³ que se presentará a 1km de distancia de la chimenea de la futura Central.

Los valores de las concentraciones medias horarias totales de NO₂ en aire a nivel del suelo calculados correspondientes a todas las direcciones de viento se encuentran por debajo de 0.45mg/m³ (50% del límite máximo admisible establecido por la Ley Nacional 24051-Decreto Reglamentario 831/93).

En las Tablas XVII a XX se presentan los valores de las concentraciones máximas horarias de NO₂ en aire a nivel del suelo estimadas y las distancias en las que se verifican para cada combinación clase de estabilidad atmosférica-velocidad del viento requerida por la Resolución N° 13/97 del Ente Nacional Regulador de Electricidad, correspondientes a las direcciones del viento norte, este, sudeste y sur.

De acuerdo con lo referido en el punto 6, estas direcciones fueron consideradas con terreno simple o simple-elevado.

En las Figuras 1 a 4 se presentan graficadas las variaciones de las mayores concentraciones medias (tiempo de promedio: 1 hora) de dióxido de nitrógeno en aire a nivel del suelo con la distancia en diferentes direcciones del viento. Las direcciones del viento consideradas son norte (terreno simple), este

(terreno simple-elevado), sudeste (terreno simple) y sur (terreno simple-elevado).

En las Tablas XXI a XXIV se incluyen los resultados provenientes de las aplicaciones del modelo **SCREEN3-VALLEY** correspondientes a las direcciones del viento noreste, sudoeste, oeste y noroeste.

De acuerdo con lo referido en el punto 6, estas direcciones fueron consideradas con terreno complejo.

En las Tablas XXV y XXVI se presentan los mayores valores de las concentraciones medias estimadas (sin considerar la contaminación de fondo) y totales (adicionando la contaminación de fondo) horarias de NO_2 en aire a nivel del suelo estimadas para las localidades de Río Turbio, 28 de noviembre y Julia Dufour y en la zona del Complejo Minero, respectivamente.

Las mayores concentraciones correspondientes a cada zona son las siguientes:

Río Turbio:	0.03338mg/m ³
28 de noviembre:	0.04641mg/m ³
Julia Dufour:	0.04290mg/m ³
Complejo Minero:	0.06901mg/m

Estos valores se encuentran por debajo de 0.45mg/m³ (50% del límite máximo admisible establecido por la Ley Nacional 24051-Decreto Reglamentario 831/93).

Concentraciones de material particulado en aire a nivel del suelo (tiempo de promedio: 1mes)

En la Tabla XXVII se presentan los valores de la concentración máxima (tiempo de promedio: 1mes) estimada de material particulado (sin considerar el fondo) para diferentes meses y direcciones del viento, y en la Tabla XXVIII se incluyen los valores de la concentración máxima total (tiempo de promedio: 1mes) estimada de material particulado (calculada más la concentración de fondo correspondiente) en aire a nivel del suelo para diferentes meses y direcciones del viento, y de las distancias en las cuales se producen esos valores para diferentes direcciones del viento calculados por el modelo **SCREEN3-VALLEY**.

La mayor concentración media mensual total máxima de material particulado en

aire a nivel del suelo corresponde a la dirección del viento sudoeste para el mes de diciembre con un valor de 0.01560 mg/m³ que se presentará a 1114 m de distancia de la chimenea.

Los valores calculados de la concentración total mensual máxima de material particulado en aire correspondientes a todas las direcciones del viento para todos los meses **no superan el valor de 0.035mg/m³ (50% del límite máximo admisible establecido por la Ley Nacional 20284).**

En la Tabla XXIX se presentan los valores de la concentración máxima total (tiempo de promedio: 1mes) estimada de material particulado (sin considerar el fondo) en aire a nivel del suelo y en la Tabla XXX se incluyen los valores de la concentración máxima total (tiempo de promedio: 1mes) estimada de material particulado (calculada más la concentración de fondo correspondiente) en aire a nivel del suelo calculada por el modelo **SCREEN3-VALLEY** correspondientes a cada mes, estimados para las localidades de Río Turbio, 28 de noviembre y Julia Dufour y en la zona del Complejo Minero.

Las mayores concentraciones correspondientes a cada zona son las siguientes:

Río Turbio:	0.00076mg/m ³ (mes de setiembre)
28 de noviembre:	0.00053mg/m ³ (meses de mayo y setiembre)
Julia Dufour:	0.00040mg/m ³ (mes de setiembre)
Complejo Minero:	0.00167mg/m ³ (mes de setiembre)

Estos valores se encuentran por debajo de 0.055mg/m³ (50% del límite máximo admisible establecido por la Ley Nacional 20284).

Concentraciones de CO

El modelo **SCREEN3-VALLEY** fue aplicado a las emisiones de CO a la atmósfera que se inyectarán desde la chimenea cuando la Central a instalar consuma carbón mineral como combustible según las características presentadas en el punto 5.

Concentraciones de CO en aire a nivel del suelo (tiempo de promedio: 1hora).

En la Tabla XXXI se presentan los mayores valores de la concentración (sin considerar los fondos respectivos) máxima estimada

(tiempo de promedio: 1 hora) de CO en aire a nivel del suelo y en la Tabla XXXII se incluyen los mayores valores de la concentración total (adicionados los fondos respectivos) máxima estimada (tiempo de promedio: 1 hora) de CO en aire a nivel del suelo y las distancias en las cuales se producen esos valores para diferentes direcciones de viento.

En cada dirección se han considerado las diferentes configuraciones de terreno introducidas en el punto 6.

La mayor concentración media (tiempo de promedio: 1 hora) máxima total de CO en aire a nivel del suelo corresponde a la dirección del viento noreste resultó 0.01006mg/m³ que se presentará a 1000 m de distancia de la chimenea.

Los valores calculados son inferiores al 28.57mg/m³ (50% del límite máximo admisible incluido en la Ley nacional 20284).

En las Tablas XXXIII a XXXVI se presentan los valores de las concentraciones máximas horarias de CO en aire a nivel del suelo estimadas y las distancias en las que se verifican para cada combinación clase de estabilidad atmosférica-velocidad del viento requerida por la Resolución N° 13/97 del Ente Nacional Regulador de Electricidad, correspondientes a las direcciones del viento norte, este, sudeste y sur.

De acuerdo con lo referido en el punto 6, estas direcciones fueron consideradas con terreno simple o simple-elevado.

En las Figuras 5 a 8 se presentan graficadas las variaciones de las mayores concentraciones medias totales (tiempo de promedio: 1 hora) de monóxido de carbono en aire a nivel del suelo con la distancia en diferentes direcciones del viento. Las direcciones del viento consideradas son norte (terreno simple), este (terreno simple-elevado), sudeste (terreno simple) y sur (terreno simple-elevado).

En las Tablas XXXVII a XL se incluyen los resultados provenientes de las aplicaciones del modelo SCREEN3-VALLEY correspondientes a las direcciones del viento noreste, sudoeste, oeste y noroeste.

De acuerdo con lo referido en el punto 6, estas direcciones fueron consideradas con terreno complejo.

En las Tablas XLI y XLII se presentan los mayores valores de las concentraciones medias horarias de CO en aire (sin considerar la contaminación de fondo) y totales horarias de CO en aire a nivel del suelo estimadas para las

localidades de Río Turbio, 28 de noviembre y Julia Dufour y en la zona del Complejo Minero, respectivamente.

Las mayores concentraciones correspondientes a cada zona son las siguientes:

Río Turbio:	0.00303mg/m ³
28 de noviembre:	0.00189mg/m ³
Julia Dufour:	0.00174mg/m ³
Complejo Minero:	0.00749mg/m ³

Estos valores se encuentran por debajo de 28.57mg/m³ (50% del límite máximo admisible establecido por la Ley Nacional 20284).

Concentraciones de CO en aire a nivel del suelo (tiempo de promedio: 8 horas).

En la Tabla XLIII se presentan los mayores valores de la concentración (sin considerar los fondos respectivos) máxima (tiempo de promedio: 8 horas) estimada de CO en aire a nivel del suelo y en la Tabla XLIV se incluyen los mayores valores de la concentración total (calculada más los fondos respectivos) máxima estimada (tiempo de promedio: 8 horas) de CO en aire a nivel del suelo y las distancias en las cuales se producen esos valores para diferentes direcciones de viento.

En cada dirección se han considerado las diferentes configuraciones de terreno introducidas en el punto 6.

La mayor concentración media (tiempo de promedio: 8 horas) máxima total de CO en aire a nivel del suelo corresponde a la dirección del viento noreste resultó 0.00664mg/m³ que se presentará a 1000 m de distancia de la chimenea.

Los valores calculados son inferiores a 5.72mg/m³ (50% del límite máximo admisible incluido en la Ley nacional 20284).

En las Tablas XLV a XLVIII se presentan los valores de las concentraciones máximas (tiempo de promedio: 8 horas) de CO en aire a nivel del suelo estimadas y las distancias en las que se verifican para cada combinación clase de estabilidad atmosférica-velocidad del viento requerida por la Resolución N° 13/97 del Ente Nacional Regulador de Electricidad, correspondientes a las direcciones del viento norte, este, sudeste y sur.

De acuerdo con lo referido en el punto 6, estas direcciones fueron consideradas con terreno simple o simple-elevado.

En las Tablas XXXVII a XL se incluyen los resultados provenientes de las aplicaciones del modelo **SCREEN3-VALLEY** correspondientes a las direcciones del viento noreste, sudoeste, oeste y noroeste.

De acuerdo con lo referido en el punto 6, estas direcciones fueron consideradas con terreno complejo.

En las Figuras 9 a 12 se presentan graficadas las variaciones de las mayores concentraciones medias totales (tiempo de promedio: 8 horas) de monóxido de carbono en aire a nivel del suelo con la distancia en diferentes direcciones del viento. Las direcciones del viento consideradas son norte (terreno simple), este (terreno simple-elevado), sudeste (terreno simple) y sur (terreno simple-elevado).

En las Tablas XLIX y XL se presentan los mayores valores de las concentraciones medias (sin considerar la contaminación de fondo) y totales (tiempo de promedio: 8 horas) de CO en aire a nivel del suelo estimadas para las localidades de Río Turbio, 28 de noviembre y Julia Dufour y en la zona del Complejo Minero, respectivamente.

Las mayores concentraciones correspondientes a cada zona son las siguientes:

Río Turbio:	0.00200mg/m ³
28 de noviembre:	0.00124mg/m ³
Julia Dufour:	0.00115mg/m ³
Complejo Minero:	0.00494mg/m ³

Estos valores se encuentran por debajo de 5.72mg/m³ (50% del límite máximo admisible establecido por la Ley Nacional 20284).

CONCLUSIONES

Los valores de emisión de dióxido de azufre, óxidos de nitrógeno, material particulado y monóxido de carbono a la atmósfera que se presentarán en los gases de emisión de la chimenea de la Central Termoeléctrica Río Turbio serán los siguientes:

Dióxido de azufre:	387mg/Nm ³
Óxidos de nitrógeno:	286mg/Nm ³
Material particulado:	117mg/Nm ³
Monóxido de carbono:	12 mg/Nm ³

Los valores de emisión de dióxido de azufre, óxidos de nitrógeno y material particulado son inferiores a los límites de emisión establecidos para Centrales Turbovapor que utilizan como combustible carbón mineral establecido por la Secretaría de Energía y Minería de la Nación (Resolución SEyM N°0108/2001-Boletín Oficial N° 29579 de fecha 1 de febrero de 2001).

Teniendo en cuenta lo expuesto en los puntos anteriores, se puede concluir que en las condiciones de funcionamiento de la Central Termoeléctrica Río Turbio utilizando como combustible carbón mineral, las concentraciones totales (aportes de la Central más la contaminación de fondo) de **dióxido de nitrógeno** (tiempo de promedio: 1 hora), **material particulado** (tiempo de promedio: 1 mes) y **monóxido de carbono** (tiempos de promedio: 1 hora y 8 horas) en aire a nivel del suelo en todas las condiciones consideradas y en el área que se tomó en cuenta **no superarán el 50% de los límites máximos admisibles establecidos por la Ley Nacional 20284 y la Ley Nacional 24051- Decreto Reglamentario 831/93).**

En el caso del dióxido de azufre, las concentraciones totales medias mensuales máximas en aire a nivel del suelo para las direcciones de viento: norte, noreste, este, sudeste sur y noroeste, y para todos los meses **no superarán el 50% del límite máximo admisible fijado por la Ley Nacional 20284.**

Tampoco se supera el 50% del límite máximo admisible establecido para el dióxido de azufre, en las localidades de Río Turbio, 28 de noviembre y Julia Dufour, y en el Complejo Minero.

Las concentraciones totales medias mensuales máximas de dióxido de azufre en aire a nivel del suelo correspondientes a las direcciones de viento: sudoeste (meses: marzo, abril, mayo, junio, julio, agosto, setiembre y octubre) y oeste (meses: abril, mayo, junio, agosto y setiembre) **no superarán el 50% del límite máximo admisible fijado por la Ley Nacional 20284.**

Para las direcciones de viento: sudoeste (meses: enero, febrero, noviembre y diciembre) y oeste (meses: enero, febrero, marzo, julio, octubre, noviembre y diciembre) las concentraciones totales medias mensuales máximas dióxido de azufre en aire a nivel del suelo serán superiores al 50% del límite máximo admisible fijado por la Ley nacional 20284 y serán inferiores al límite máximo admisible fijado por la ley Nacional 20284.

Los porcentajes de las superaciones del 50% del límite máximo admisible, se encuentran entre 1.34% y 47.9%.

Como se manifestó anteriormente, en la descripción del modelo **SCREEN3-VALLEY** al considerar terreno complejo, como es el terreno considerado en la dirección del viento para vientos procedentes del sudoeste y del oeste, considera sólo la clase de estabilidad atmosférica F (moderadamente estable) y velocidad del viento de 2.5m/s. Los resultados del modelo en estas condiciones son expresados como concentraciones medias diarias. Estas concentraciones medias diarias fueron, utilizando la metodología incluida en la Resolución N° 13/97 del Ente Nacional Regulador de la Electricidad, transformadas a concentraciones medias (tiempo de promedio: 8 horas). Seguidamente estos valores fueron multiplicados por las frecuencias de ocurrencia de direcciones de viento correspondientes a cada dirección del viento, para ser expresadas como concentraciones medias mensuales.

Por lo tanto, durante este procedimiento, se ha considerado que durante el tiempo que el viento procede de una dirección determinada (abarca en la realidad períodos diurnos y nocturnos) la clase de estabilidad atmosférica es F y la velocidad del viento es 2.5m/s. La clase de estabilidad F no puede presentarse en la atmósfera en condiciones diurnas. Por ello, el procedimiento establecido por la Resolución N° 13/97 del Ente Nacional Regulador de la Electricidad, combinado con las suposiciones alejadas de la realidad del modelo **SCREEN3-VALLEY**

configuran condiciones aplicables a una atmósfera «ideal» notoriamente diferente de la terrestre. Con otros valores de velocidad del viento y otras clases de estabilidad atmosférica, representativas de la zona, las concentraciones totales medias mensuales máximas **no superarán el 50% del límite máximo admisible establecido por la Ley Nacional 20284.**

Por otro lado, no fue posible aplicar modelos más detallados por no existir en la zona información meteorológica horaria representativa necesaria para su aplicación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arya S.P. 1999. Air Pollution Meteorology. pp. 310. Oxford University Press. New York.
- Briggs. G. A. 1975. Plume Rise predictions. In «Lectures on Air Pollution and Environmental Impact Analyses. (D. A. Haugen, ed.) pp. 59-111. American Meteorological Society. Boston.
- Burt E. 1977. VALLEY Model User's Guide. US. EPA Pub. N° 450/2-77-018.
- Mazzeo N. A. y Venegas L. E. 2006. Climatología de la zona de Río Turbio (Provincia de Santa Cruz)
- Schulman L. L. and Scire J. S. 1980. Buoyant Line and Point Source (BLP) dispersion model user's guide. Document P-7304-B. Environmental Research & Technology, Inc. Concord. MA.
- US.EPA. 1992. Screening Procedures for Estimating the Air Quality Impact of Stationary Sources, Revised. EPA-454/R-92-019.
- US. EPA. 1995. SCREEN3 Model User's Guide. EPA-454/B-95-004.

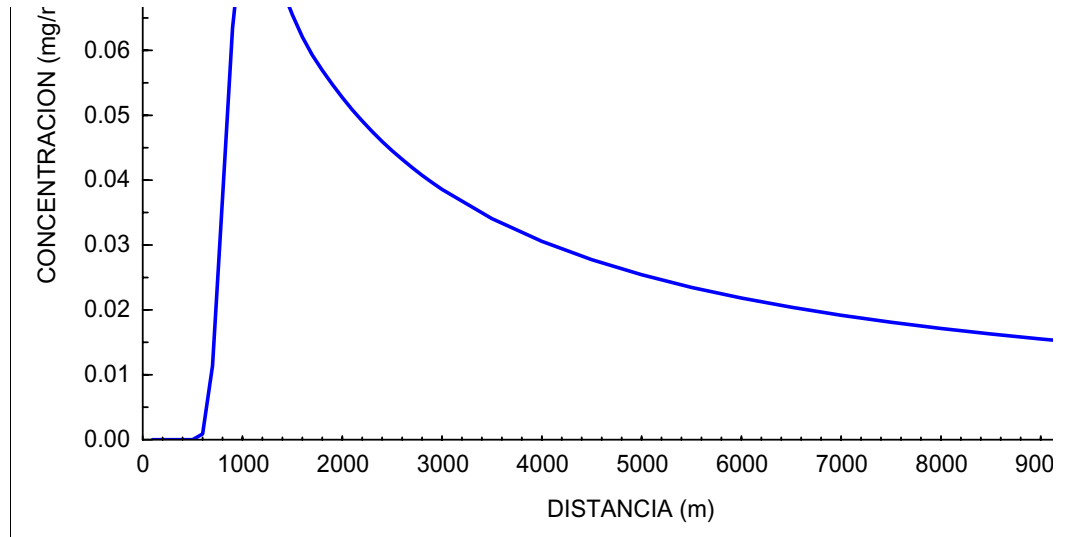


FIGURA 1
Variación de la concentración máxima axial de NO₂ en aire a nivel del suelo. Dirección del viento: Norte. Tiempo de promedio: 1h.

FIGURA 1. Variación de la concentración máxima axial de NO₂ en aire a nivel del suelo. Dirección del viento: Norte. Tiempo de promedio: 1h.

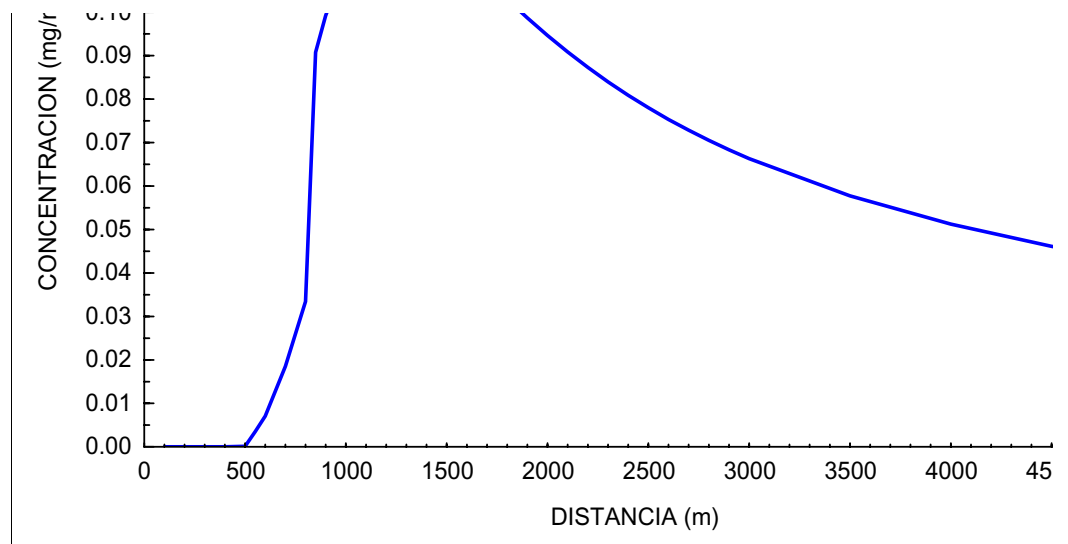


FIGURA 2
Variación de la concentración máxima axial de NO₂ en aire a nivel del suelo. Dirección del viento: Este. Tiempo de promedio: 1h.

FIGURA 2. Variación de la concentración máxima axial de NO₂ en aire a nivel del suelo. Dirección del viento: Este. Tiempo de promedio: 1h.

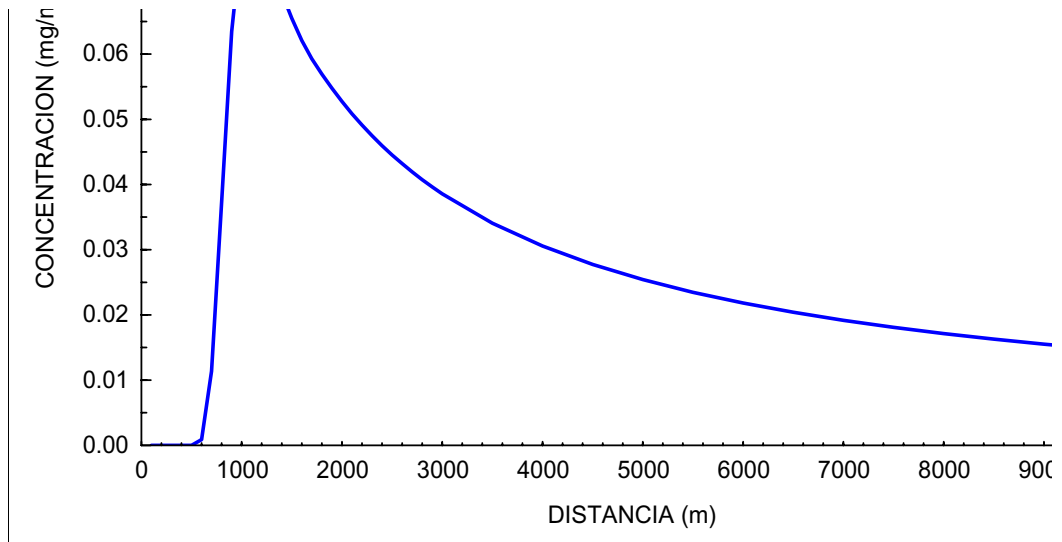


FIGURA 3
Variación de la concentración máxima axial de NO₂ en aire a nivel del suelo. Dirección del viento: Sudeste. Tiempo de promedio: 1h.

FIGURA 3. Variación de la concentración máxima axial de NO₂ en aire a nivel del suelo. Dirección del viento: Sudeste. Tiempo de promedio: 1h.

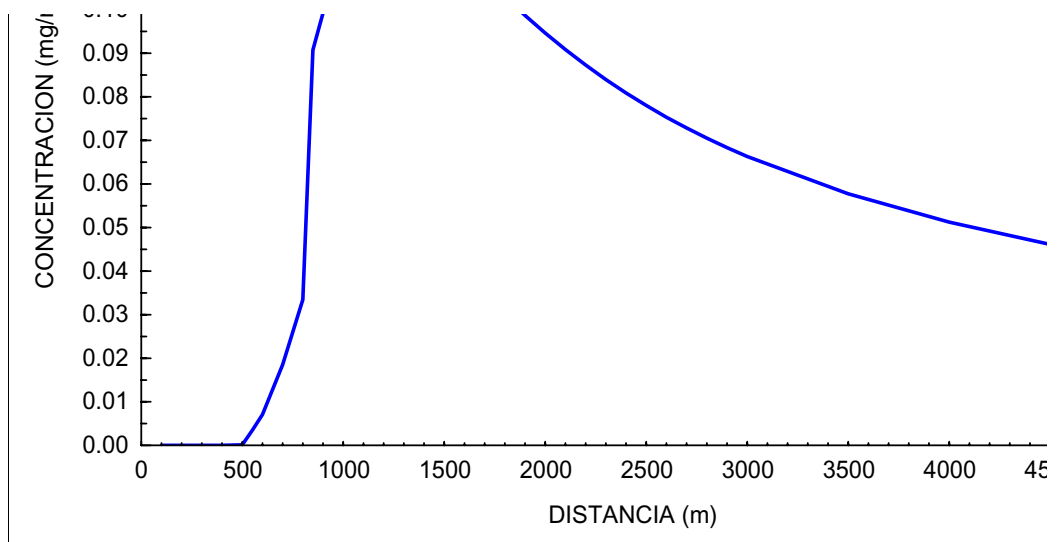


FIGURA 4
Variación de la concentración máxima axial de NO₂ en aire a nivel del suelo. Dirección del viento: Sur. Tiempo de promedio: 1h.

FIGURA 4. Variación de la concentración máxima axial de NO₂ en aire a nivel del suelo. Dirección del viento: Sur. Tiempo de promedio: 1h.

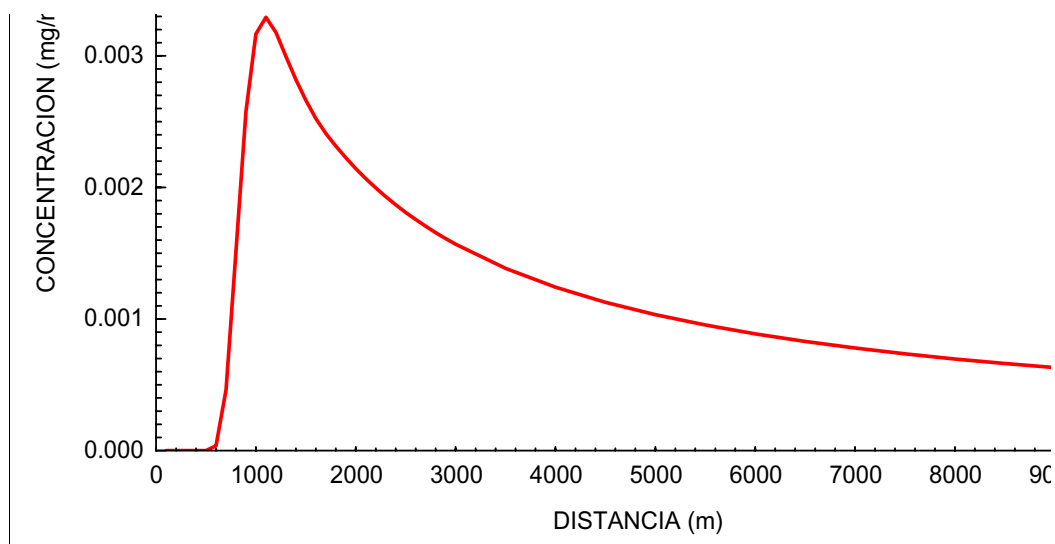


FIGURA 5
Variación de la concentración máxima axial de CO en aire a nivel del suelo. Dirección del viento: Norte. Tiempo de promedio: 1h.

FIGURA 5. Variación de la concentración máxima axial de CO en aire a nivel del suelo. Dirección del viento: Norte. Tiempo de promedio: 1h.

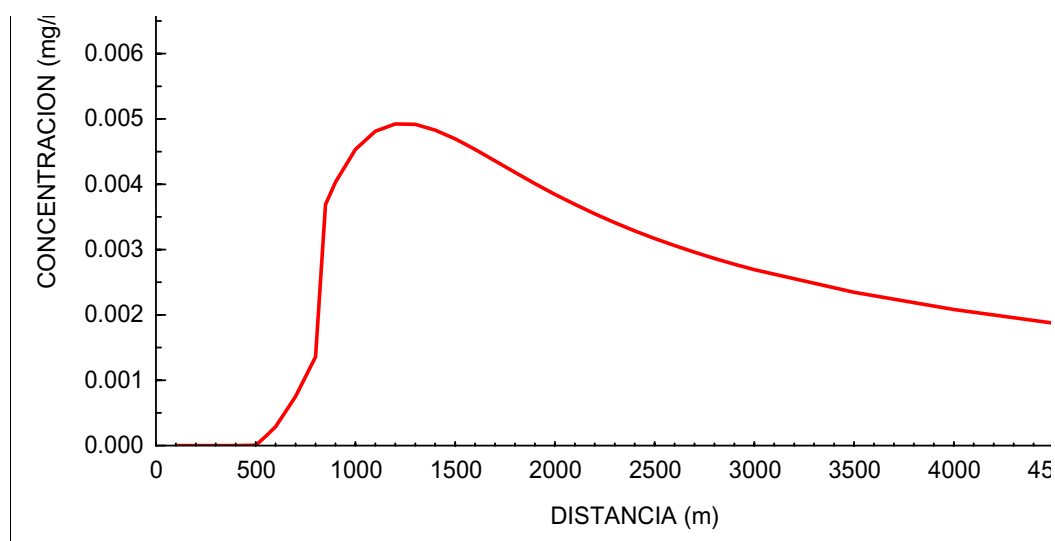


FIGURA 6
Variación de la concentración máxima axial de CO en aire a nivel del suelo. Dirección del viento: Este. Tiempo de promedio: 1h.

FIGURA 6. Variación de la concentración máxima axial de CO en aire a nivel del suelo. Dirección del viento: Este. Tiempo de promedio: 1h.

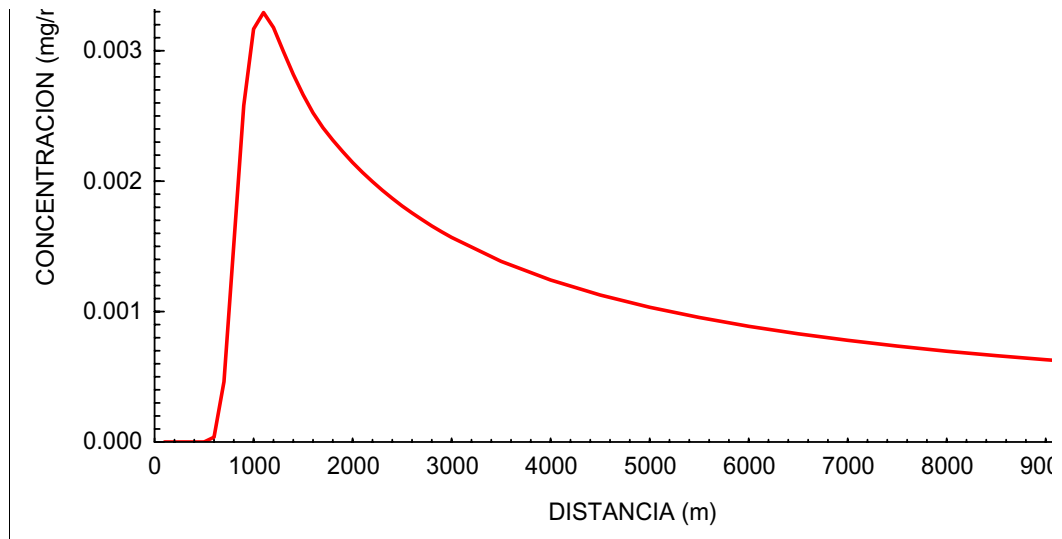


FIGURA 7

Variación de la concentración máxima axial de CO en aire a nivel del suelo. Dirección del viento: Sudeste. Tiempo de promedio: 1h.

FIGURA 7. Variación de la concentración máxima axial de CO en aire a nivel del suelo. Dirección del viento: Sudeste. Tiempo de promedio: 1h.

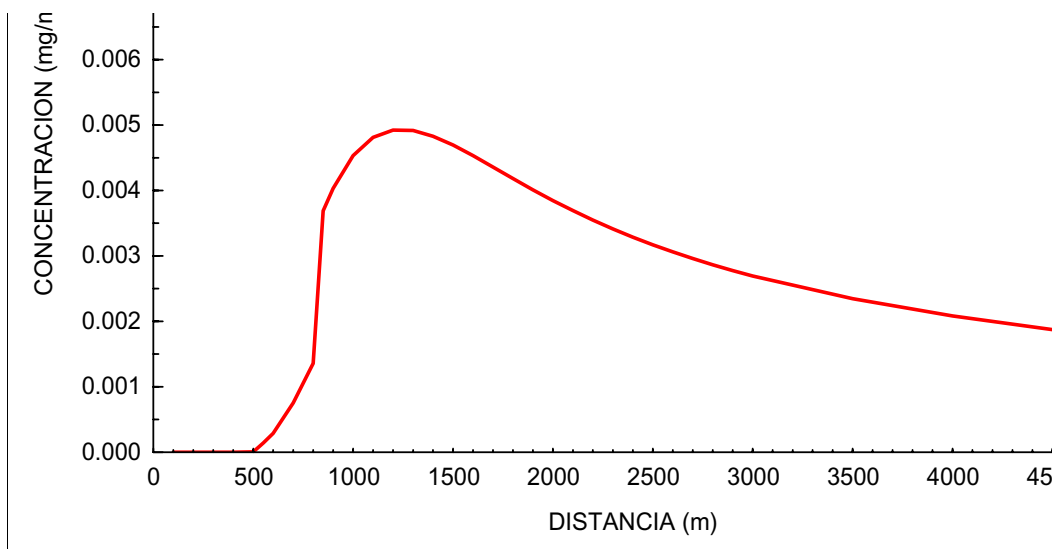


FIGURA 8

Variación de la concentración máxima axial de CO en aire a nivel del suelo. Dirección del viento: Sur. Tiempo de promedio: 1h.

FIGURA 8. Variación de la concentración máxima axial de CO en aire a nivel del suelo. Dirección del viento: Sur. Tiempo de promedio: 1h.

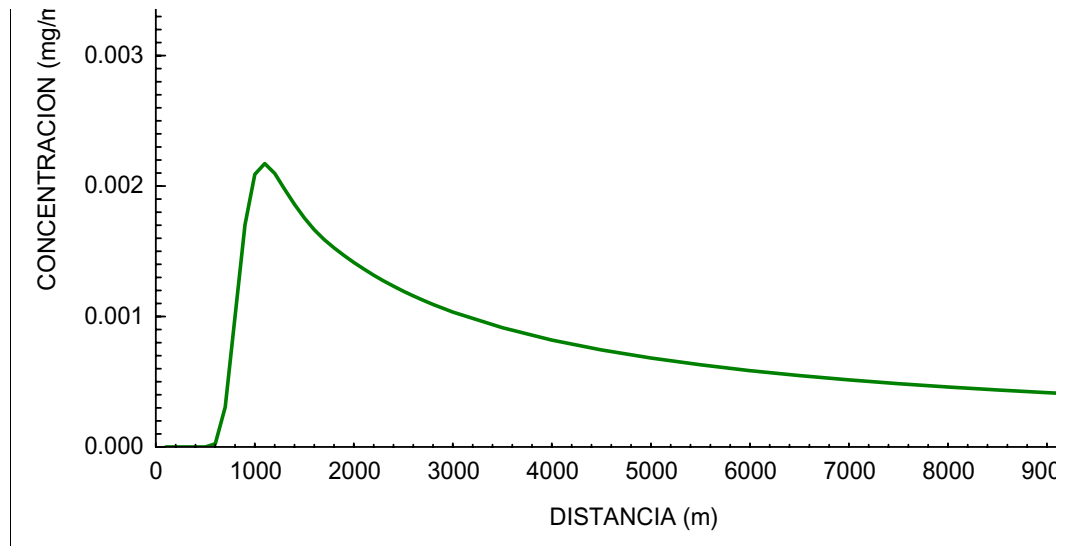


FIGURA 9
Variación de la concentración máxima axial de CO en aire a nivel del suelo. Dirección del viento: Norte. Tiempo

FIGURA 9. Variación de la concentración máxima axial de CO en aire a nivel del suelo. Dirección del viento: Norte.
Tiempo de promedio: 8h.

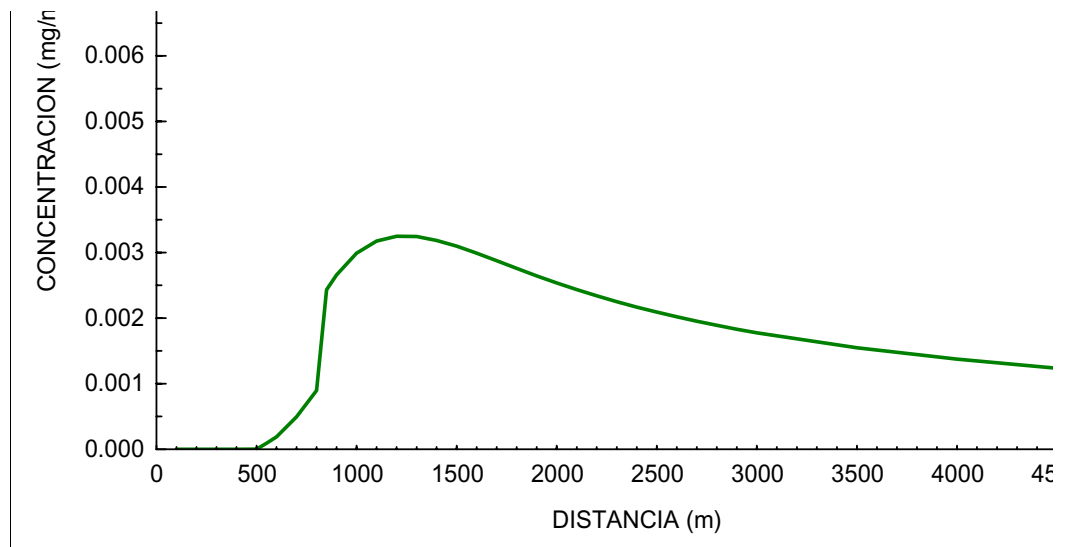


FIGURA 10
Variación de la concentración máxima axial de CO en aire a nivel del suelo. Dirección del viento: Este. Tiempo

FIGURA 10. Variación de la concentración máxima axial de CO en aire a nivel del suelo. Dirección del viento: Este.
Tiempo de promedio: 8h.

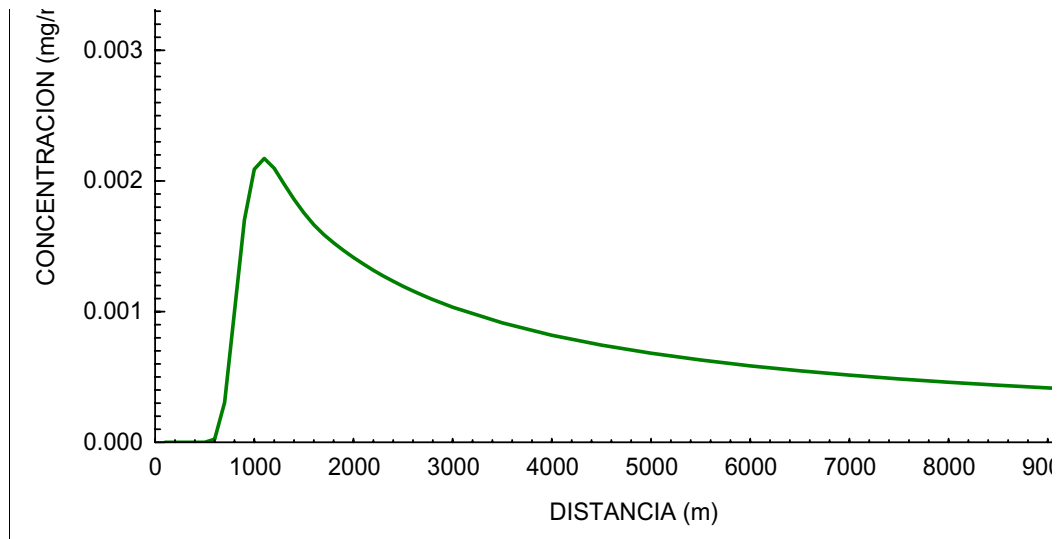


FIGURA 11
Variación de la concentración máxima axial de CO en aire a nivel del suelo. Dirección del viento: Sudeste. Tiempo de promedio: 8h.

FIGURA 11. Variación de la concentración máxima axial de CO en aire a nivel del suelo. Dirección del viento: Sudeste. Tiempo de promedio: 8h.

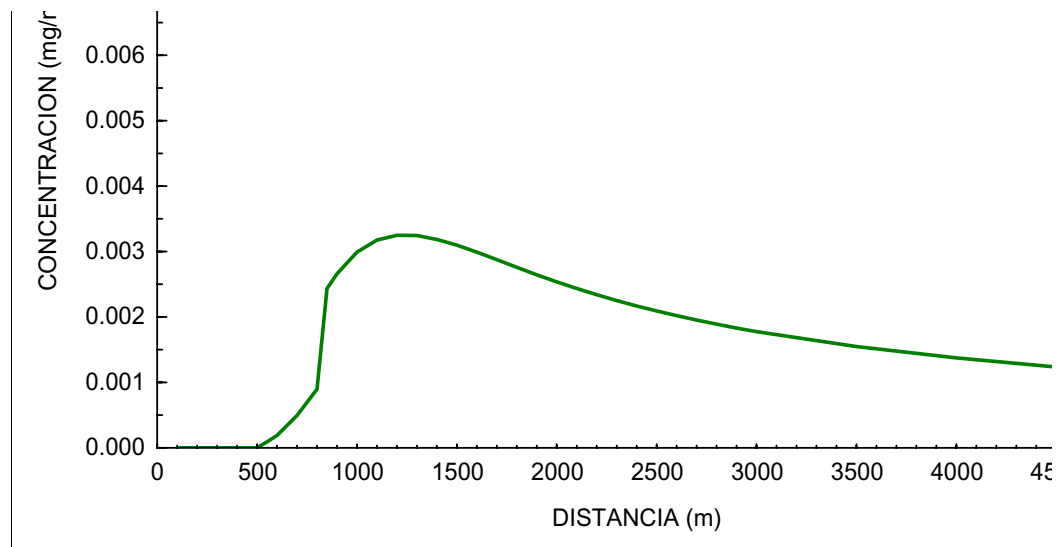


FIGURA 12
Variación de la concentración máxima axial de CO en aire a nivel del suelo. Dirección del viento: Sur. Tiempo de promedio: 8h.

FIGURA 12. Variación de la concentración máxima axial de CO en aire a nivel del suelo. Dirección del viento: Sur. Tiempo de promedio: 8h.

TABLA I

Concentraciones de fondo (mg/m³) de SO₂. Tiempo de promedio: 1 mes

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
N	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
NE	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
E	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
SE	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
S	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
SW	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
W	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
NW	0.00066	0.00129	0.00105	0.00128	0.00130	0.00137	0.00095	0.00104	0.00119	0.00143	0.00115	0.00080

TABLA II

Concentraciones de fondo (mg/m³) de SO₂. Tiempo de promedio: 1 mes

MES	Río Turbio	28 de Noviembre	Julia Dufour	Complejo Minero
ENE	0.00014	0.00000	0.00000	0.00039
FEB	0.00010	0.00000	0.00000	0.00028
MAR	0.00013	0.00000	0.00000	0.00037
ABR	0.00023	0.00000	0.00000	0.00065
MAY	0.00033	0.00000	0.00000	0.00093
JUN	0.00020	0.00000	0.00000	0.00056
JUL	0.00037	0.00000	0.00000	0.00103
AGO	0.00023	0.00000	0.00000	0.00065
SET	0.00045	0.00000	0.00000	0.00125
OCT	0.00014	0.00000	0.00000	0.00039
NOV	0.00025	0.00000	0.00000	0.00070
DIC	0.00021	0.00000	0.00000	0.00060

TABLA III

Concentraciones de fondo (mg/m³) de NO₂. Tiempo de promedio: 1 h

Dirección del viento	Concentración de fondo (mg/m³)
N	0.00000
NE	0.00000
E	0.00000
SE	0.00000
S	0.00000
SW	0.00000
W	0.00000
NW	0.00806

TABLA IV

Concentraciones de fondo (mg/m³) de NO₂. Tiempo de promedio: 1 h

Zona	Concentración de fondo (mg/m³)
Río Turbio	0.00806
28 de Noviembre	0.00000
Julia Dufour	0.00000
Complejo Minero	0.02260

TABLA V

Concentraciones de fondo (mg/m³) de material particulado. Tiempo de promedio: 1 mes

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
N	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
NE	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
E	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
SE	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
S	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
SW	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
W	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
NW	0.00043	0.00084	0.00069	0.00083	0.00085	0.00089	0.00062	0.00068	0.00077	0.00093	0.00075	0.00052

TABLA VI

Concentraciones de fondo (mg/m³) de material particulado. Tiempo de promedio: 1 mes

MES	Río Turbio	28 de Noviembre	Julia Dufour	Complejo Minero
ENE	0.00009	0.00000	0.00000	0.00026
FEB	0.00006	0.00000	0.00000	0.00018
MAR	0.00009	0.00000	0.00000	0.00024
ABR	0.00015	0.00000	0.00000	0.00042
MAY	0.00021	0.00000	0.00000	0.00060
JUN	0.00013	0.00000	0.00000	0.00036
JUL	0.00024	0.00000	0.00000	0.00067
AGO	0.00015	0.00000	0.00000	0.00042
SET	0.00029	0.00000	0.00000	0.00081
OCT	0.00009	0.00000	0.00000	0.00025
NOV	0.00016	0.00000	0.00000	0.00045
DIC	0.00014	0.00000	0.00000	0.00039

TABLA VII

Concentraciones de fondo (mg/m³) de CO. Tiempo de promedio: 1 h

Dirección del viento	Concentración de fondo (mg/m ³)
N	0.00000
NE	0.00000
E	0.00000
SE	0.00000
S	0.00000
SW	0.00000
W	0.00000
NW	0.00200

TABLA IX

Concentraciones de fondo (mg/m³) de CO. Tiempo de promedio: 8 h

Dirección del viento	Concentración de fondo (mg/m ³)
N	0.00000
NE	0.00000
E	0.00000
SE	0.00000
S	0.00000
SW	0.00000
W	0.00000
NW	0.00132

TABLA X

Concentraciones de fondo (mg/m³) de CO. Tiempo de promedio: 8 h

Zona	Concentración de fondo (mg/m³)
Río Turbio	0.00132
28 de Noviembre	0.00000
Julia Dufour	0.00000
Complejo Minero	0.00369

TABLA XI

Concentración máxima (mg/m³) de SO₂ y distancia (Xmáx) (m) a la que se presenta.
 Tiempo de promedio: 1 mes

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	Xmáx
N	0.00094	0.00215	0.00216	0.00264	0.00308	0.00214	0.00285	0.00291	0.00305	0.00245	0.00173	0.00122	1087
NE	0.00142	0.00152	0.00362	0.00180	0.00220	0.00140	0.00220	0.00148	0.00615	0.00248	0.00194	0.00156	1000
E	0.00042	0.00083	0.00157	0.00177	0.00160	0.00167	0.00341	0.00328	0.00380	0.00069	0.00197	0.00155	1241
SE	0.00156	0.00110	0.00147	0.00256	0.00367	0.00221	0.00407	0.00256	0.00497	0.00156	0.00278	0.00236	1087
S	0.00154	0.00169	0.00166	0.00179	0.00232	0.00113	0.00154	0.00158	0.00263	0.00177	0.00229	0.00208	1241
SW	0.04334	0.03634	0.02798	0.02564	0.01545	0.01483	0.01313	0.02102	0.02327	0.03255	0.03685	0.05178	1114
W	0.04842	0.03989	0.03596	0.03395	0.02975	0.03501	0.03547	0.03424	0.03350	0.04176	0.04109	0.03922	1114
NW	0.01367	0.02659	0.02176	0.02631	0.02685	0.02827	0.01953	0.02151	0.02446	0.02959	0.02373	0.01646	1500

TABLA XII

Concentración máxima total (mg/m³) de SO₂ y distancia (Xmáx) (m) a la que se presenta.
 Tiempo de promedio: 1 mes

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	Xmáx
N	0.00094	0.00215	0.00216	0.00264	0.00308	0.00214	0.00285	0.00291	0.00305	0.00245	0.00173	0.00122	1087
NE	0.00142	0.00152	0.00362	0.00180	0.00220	0.00140	0.00220	0.00148	0.00615	0.00248	0.00194	0.00156	1000
E	0.00042	0.00083	0.00157	0.00177	0.00160	0.00167	0.00341	0.00328	0.00380	0.00069	0.00197	0.00155	1241
SE	0.00156	0.00110	0.00147	0.00256	0.00367	0.00221	0.00407	0.00256	0.00497	0.00156	0.00278	0.00236	1087
S	0.00154	0.00169	0.00166	0.00179	0.00232	0.00113	0.00154	0.00158	0.00263	0.00177	0.00229	0.00208	1241
SW	0.04334	0.03634	0.02798	0.02564	0.01545	0.01483	0.01313	0.02102	0.02327	0.03255	0.03685	0.05178	1114
W	0.04842	0.03989	0.03596	0.03395	0.02975	0.03501	0.03547	0.03424	0.03350	0.04176	0.04109	0.03922	1114
NW	0.01433	0.02788	0.02282	0.02759	0.02815	0.02965	0.02048	0.02256	0.02564	0.03103	0.02488	0.01726	1500

TABLA XIII

Concentración máxima (mg/m³) de SO₂. Tiempo de promedio: 1 mes

MES	Río Turbio	28 de Noviembre	Julia Dufour	Complejo Minero
ENE	0.00049	0.00054	0.00015	0.00090
FEB	0.00034	0.00123	0.00029	0.00063
MAR	0.00046	0.00124	0.00055	0.00084
ABR	0.00080	0.00151	0.00063	0.00146
MAY	0.00115	0.00176	0.00057	0.00210
JUN	0.00069	0.00123	0.00059	0.00127
JUL	0.00127	0.00163	0.00120	0.00233
AGO	0.00080	0.00167	0.00116	0.00146
SET	0.00155	0.00175	0.00134	0.00284
OCT	0.00049	0.00140	0.00024	0.00089
NOV	0.00087	0.00099	0.00069	0.00159
DIC	0.00074	0.00070	0.00055	0.00135

TABLA XIV

Concentración máxima total (mg/m³) de SO₂. Tiempo de promedio: 1 mes

MES	Río Turbio	28 de Noviembre	Julia Dufour	Complejo Minero
ENE	0.00063	0.00054	0.00015	0.00129
FEB	0.00044	0.00123	0.00029	0.00091
MAR	0.00059	0.00124	0.00055	0.00121
ABR	0.00103	0.00151	0.00063	0.00211
MAY	0.00148	0.00176	0.00057	0.00303
JUN	0.00089	0.00123	0.00059	0.00183
JUL	0.00164	0.00163	0.00120	0.00336
AGO	0.00103	0.00167	0.00116	0.00211
SET	0.00200	0.00175	0.00134	0.00410
OCT	0.00063	0.00140	0.00024	0.00128
NOV	0.00112	0.00099	0.00069	0.00229
DIC	0.00095	0.00070	0.00055	0.00195

TABLA XV

Concentración máxima (mg/m^3) de NO_2 y distancia ($X_{\text{máx}}$) (m) a la que se presenta.
 Tiempo de promedio: 1 h

Dirección del viento	Concentración máxima (mg/m^3)	$X_{\text{máx}}$ (m)
N	0.08107	1087
NE	0.24757	1000
E	0.12140	1241
SE	0.08107	1087
S	0.12140	1241
SW	0.14720	1114
W	0.14720	1114
NW	0.15040	1500

TABLA XVI

Concentración máxima total (mg/m^3) de NO_2 y distancia ($X_{\text{máx}}$) (m) a la que se presenta.
 Tiempo de promedio: 1 h

Dirección del viento	Concentración máxima total (mg/m^3)	$X_{\text{máx}}$ (m)
N	0.08107	1087
NE	0.24757	1000
E	0.12140	1241
SE	0.08107	1087
S	0.12140	1241
SW	0.14720	1114
W	0.14720	1114
NW	0.15846	1500

TABLA XVII

Concentración máxima (mg/m³) de NO₂ y distancia (Xmáx) (m) a la que se presenta, para cada clase de estabilidad (A, B, C, D, E, F) y velocidad del viento. Tiempo de promedio: 1 h. Dirección del viento: norte

Velocidad del viento (m/s)	A		B		C		D		E		F	
	Cmáx (mg/m ³)	Xmáx (m)	Cmáx (mg/m ³)	Xmáx (m)	Cmáx (mg/m ³)	Xmáx (m)	Cmáx (mg/m ³)	Xmáx (m)	Cmáx (mg/m ³)	Xmáx (m)	Cmáx (mg/m ³)	Xmáx (m)
1.0	0.03812	1873	0.01725	9361			0.00046	18800			0.00399	18800
1.5	0.05242	1464	0.02329	6550			0.00095	18800			0.0042	18800
2.0	0.06459	1291	0.02852	5118	0.01937	11542	0.00188	18800	0.01549	18800	0.00431	18800
2.5	0.07388	1174	0.03314	4245	0.02311	9276	0.00333	18800	0.01468	18800	0.00435	18800
3.0	0.08107	1087	0.03724	3657	0.02652	7790	0.00518	18800	0.01392	18800	0.00436	18800
3.5			0.04091	3233	0.02965	6744	0.00723	18800	0.01321	18800		
4.0			0.04442	2911	0.03251	5970	0.00926	18800	0.01257	18800		
4.5			0.04717	2660	0.03514	5371	0.01111	18800	0.01199	18470		
5.0			0.04985	2457	0.03755	4898	0.01269	18800	0.01148	17601		
8.0					0.04837	3326	0.01953	11311				
10.0					0.05305	2814	0.02291	9248				
15.0					0.05943	2139	0.02869	6196				
20.0					0.06476	1752	0.03374	4643				

TABLA XVIII

Concentración máxima (mg/m³) de NO₂ y distancia (Xmáx) (m) a la que se presenta, para cada clase de estabilidad (A, B, C, D, E, F) y velocidad del viento. Tiempo de promedio: 1 h. Dirección del viento: este

Velocidad del viento (m/s)	A		B		C		D		E		F	
	Cmáx (mg/m ³)	Xmáx (m)	Cmáx (mg/m ³)	Xmáx (m)	Cmáx (mg/m ³)	Xmáx (m)	Cmáx (mg/m ³)	Xmáx (m)	Cmáx (mg/m ³)	Xmáx (m)	Cmáx (mg/m ³)	Xmáx (m)
1.0	0.03912	1853	0.01733	7880			0.00058	4459			0.01083	7880
1.5	0.05489	1439	0.02471	6323			0.00094	7880			0.01157	7880
2.0	0.06865	1263	0.03085	4885	0.01885	7880	0.00152	7880	0.02469	7880	0.01214	7880
2.5	0.07967	1143	0.03653	4009	0.02577	7880	0.00243	7880	0.02488	7880	0.01257	7880
3.0	0.08867	1054	0.04181	3417	0.03049	7114	0.00380	7880	0.02482	7880	0.01288	7880
3.5			0.04676	2990	0.03480	6079	0.00566	7880	0.02460	7880		
4.0			0.05142	2667	0.03894	5313	0.00800	7880	0.02429	7880		
4.5			0.05581	2413	0.04292	4724	0.01075	7880	0.02392	7880		
5.0			0.05997	2209	0.04675	4259	0.01379	7880	0.02352	7880		
8.0					0.06685	2719	0.03106	7880				
10.0					0.07793	2221	0.03921	6103				
15.0					0.09922	1600	0.05847	3646				
20.0					0.12140	1241	0.08039	2566				

TABLA XIX

Concentración máxima (mg/m^3) de NO_2 y distancia ($X_{\text{máx}}$) (m) a la que se presenta, para cada clase de estabilidad (A, B, C, D, E, F) y velocidad del viento. Tiempo de promedio: 1 h. Dirección del viento: sudeste

Velocidad del viento (m/s)	A		B		C		D		E		F	
	$C_{\text{máx}}$ (mg/m^3)	$X_{\text{máx}}$ (m)	$C_{\text{máx}}$ (mg/m^3)	$X_{\text{máx}}$ (m)	$C_{\text{máx}}$ (mg/m^3)	$X_{\text{máx}}$ (m)	$C_{\text{máx}}$ (mg/m^3)	$X_{\text{máx}}$ (m)	$C_{\text{máx}}$ (mg/m^3)	$X_{\text{máx}}$ (m)	$C_{\text{máx}}$ (mg/m^3)	$X_{\text{máx}}$ (m)
1.0	0.03812	1873	0.01725	9361			0.00046	18800			0.00399	18800
1.5	0.05242	1464	0.02329	6550			0.00095	18800			0.0042	18800
2.0	0.06459	1291	0.02852	5118	0.01937	11542	0.00188	18800	0.01549	18800	0.00431	18800
2.5	0.07388	1174	0.03314	4245	0.02311	9276	0.00333	18800	0.01468	18800	0.00435	18800
3.0	0.08107	1087	0.03724	3657	0.02652	7790	0.00518	18800	0.01392	18800	0.00436	18800
3.5			0.04091	3233	0.02965	6744	0.00723	18800	0.01321	18800		
4.0			0.0442	2911	0.03251	5970	0.00926	18800	0.01257	18800		
4.5			0.04717	2660	0.03514	5371	0.01111	18800	0.01199	18470		
5.0			0.04985	2457	0.03755	4898	0.01269	18800	0.01148	17601		
8.0					0.04837	3326	0.01953	11311				
10.0					0.05305	2814	0.02291	9248				
15.0					0.05943	2139	0.02869	6196				
20.0					0.06476	1752	0.03374	4643				

TABLA XX

Concentración máxima (mg/m^3) de NO_2 y distancia ($X_{\text{máx}}$) (m) a la que se presenta, para cada clase de estabilidad (A, B, C, D, E, F) y velocidad del viento. Tiempo de promedio: 1 h. Dirección del viento: sur

Velocidad del viento (m/s)	A		B		C		D		E		F	
	Cmáx (mg/m^3)	Xmáx (m)	Cmáx (mg/m^3)	Xmáx (m)	Cmáx (mg/m^3)	Xmáx (m)	Cmáx (mg/m^3)	Xmáx (m)	Cmáx (mg/m^3)	Xmáx (m)	Cmáx (mg/m^3)	Xmáx (m)
1.0	0.03912	1853	0.01733	7880			0.00058	4459			0.01083	7880
1.5	0.05489	1439	0.02471	6323			0.00094	7880			0.01157	7880
2.0	0.06865	1263	0.03085	4885	0.01885	7880	0.00152	7880	0.02469	7880	0.01214	7880
2.5	0.07967	1143	0.03653	4009	0.02577	7880	0.00243	7880	0.02488	7880	0.01257	7880
3.0	0.08867	1054	0.04181	3417	0.03049	7114	0.00380	7880	0.02482	7880	0.01288	7880
3.5			0.04676	2990	0.03480	6079	0.00566	7880	0.02460	7880		
4.0			0.05142	2667	0.03894	5313	0.00800	7880	0.02429	7880		
4.5			0.05581	2413	0.04292	4724	0.01075	7880	0.02392	7880		
5.0			0.05997	2209	0.04675	4259	0.01379	7880	0.02352	7880		
8.0					0.06685	2719	0.03106	7880				
10.0					0.07793	2221	0.03921	6103				
15.0					0.09922	1600	0.05847	3646				
20.0					0.12140	1241	0.08039	2566				

TABLA XXI

```

*** SCREEN3 MODEL RUN ***
*** VERSION DATED 97047 ***
*** VERSION ADAPTADA SEGUN RES.ENRE 13/97 ***

Rio Turbio - C.T. Nueva - NO2 - T. COMPLEJO - Dirección del viento: NE

COMPLEX TERRAIN INPUTS:
SOURCE TYPE = POINT
EMISSION RATE (G/S) = 123.000
STACK HT (M) = 70.0000
STACK DIAMETER (M) = 5.5000
STACK VELOCITY (M/S) = 28.0000
STACK GAS TEMP (K) = 423.0000
AMBIENT AIR TEMP (K) = 278.9000
RECEPTOR HEIGHT (M) = .0000
URBAN/RURAL OPTION = RURAL

THE REGULATORY (DEFAULT) MIXING HEIGHT OPTION WAS SELECTED.
THE REGULATORY (DEFAULT) ANEMOMETER HEIGHT OF 10.0 METERS WAS ENTERED.

BUOY. FLUX = 707.369 M**4/S**3; MOM. FLUX = 3909.215 M**4/S**2.

FINAL STABLE PLUME HEIGHT (M) = 229.3
DISTANCE TO FINAL RISE (M) = 147.6

          *VALLEY 24-HR CALCS*      **SIMPLE TERRAIN 24-HR CALCS**
TERR      MAX 24-HR      PLUME HT      PLUME HT
HT  DIST  CONC      CONC  ABOVE STK  CONC  ABOVE STK  U10M USTK
(M)  (M)  (UG/M**3)  (UG/M**3)  BASE (M)  (UG/M**3)  HGT (M)  SC  (M/S)
-----
100.  750.  89.52      15.97      229.3      89.52      77.8      3 20.0 24.3
100.  800.  91.79      15.25      229.3      91.79      77.8      3 20.0 24.3
100.  900.  92.51      14.06      229.3      92.51      77.8      3 20.0 24.3
150. 1000. 131.2      131.2      229.3      90.01      77.8      3 20.0 24.3
150. 1100. 120.4      120.4      229.3      85.90      77.8      3 20.0 24.3
150. 1200. 111.4      111.4      229.3      81.19      77.8      3 20.0 24.3
150. 1300. 103.8      103.8      229.3      78.61      69.1      4 20.0 26.8
150. 1400. 97.33      97.33      229.3      79.58      69.1      4 20.0 26.8
150. 1500. 91.70      91.70      229.3      79.65      69.1      4 20.0 26.8

SIMPLE TERRAIN INPUTS:
SOURCE TYPE = POINT
EMISSION RATE (G/S) = 123.000
STACK HEIGHT (M) = 70.0000
STK INSIDE DIAM (M) = 5.5000
STK EXIT VELOCITY (M/S) = 28.0000
STK GAS EXIT TEMP (K) = 423.0000
AMBIENT AIR TEMP (K) = 278.9000
RECEPTOR HEIGHT (M) = .0000
URBAN/RURAL OPTION = RURAL
BUILDING HEIGHT (M) = 20.0000
MIN HORIZ BLDG DIM (M) = 25.0000
MAX HORIZ BLDG DIM (M) = 50.0000

THE REGULATORY (DEFAULT) MIXING HEIGHT OPTION WAS SELECTED.
THE REGULATORY (DEFAULT) ANEMOMETER HEIGHT OF 10.0 METERS WAS ENTERED.

BUOY. FLUX = 707.369 M**4/S**3; MOM. FLUX = 3909.215 M**4/S**2.

```

TABLA XXI (continuación)

*** FULL METEOROLOGY ***

*** TERRAIN HEIGHT OF 0. M ABOVE STACK BASE USED FOR FOLLOWING DISTANCES ***

DIST (M)	CONC (UG/M**3)	STAB	U10M (M/S)	USTK (M/S)	MIX HT (M)	PLUME HT (M)	SIGMA Y (M)	SIGMA Z (M)	DWASH
1.	.0000	1	1.0	1.1	1802.6	1801.63	11.42	11.42	NO
100.	.3675E-04	5	1.0	2.0	10000.0	277.60	44.83	44.55	NO
200.	.1086	5	1.0	2.0	10000.0	277.60	60.44	59.64	NO
300.	.1183	5	1.0	2.0	10000.0	277.60	61.67	59.95	NO
400.	.1295	5	1.0	2.0	10000.0	277.60	63.27	60.29	NO

*** TERRAIN HEIGHT OF 50. M ABOVE STACK BASE USED FOR FOLLOWING DISTANCES ***

DIST (M)	CONC (UG/M**3)	STAB	U10M (M/S)	USTK (M/S)	MIX HT (M)	PLUME HT (M)	SIGMA Y (M)	SIGMA Z (M)	DWASH
450.	12.98	3	20.0	24.3	98.8	97.85	50.70	31.06	NO
500.	25.51	3	20.0	24.3	98.8	97.85	55.78	34.11	NO
600.	58.86	3	20.0	24.3	98.8	97.85	65.80	40.13	NO
700.	92.53	3	20.0	24.3	98.8	97.85	75.66	46.06	NO

DWASH= MEANS NO CALC MADE (CONC = 0.0)
 DWASH=NO MEANS NO BUILDING DOWNWASH USED
 DWASH=HS MEANS HUBER-SNYDER DOWNWASH USED
 DWASH=SS MEANS SCHULMAN-SCIRE DOWNWASH USED
 DWASH=NA MEANS DOWNWASH NOT APPLICABLE, X<3*LB

 * SUMMARY OF TERRAIN HEIGHTS ENTERED FOR *
 * SIMPLE ELEVATED TERRAIN PROCEDURE *

TERRAIN HT (M)	DISTANCE RANGE (M)	
	MINIMUM	MAXIMUM
0.	1.	400.
50.	450.	700.

 *** REGULATORY (Default) ***
 PERFORMING CAVITY CALCULATIONS
 WITH ORIGINAL SCREEN CAVITY MODEL
 (BRODE, 1988)

*** CAVITY CALCULATION - 1 ***	*** CAVITY CALCULATION - 2 ***
CONC (UG/M**3) = .0000	CONC (UG/M**3) = .0000
CRIT WS @10M (M/S) = 99.99	CRIT WS @10M (M/S) = 99.99
CRIT WS @ HS (M/S) = 99.99	CRIT WS @ HS (M/S) = 99.99
DILUTION WS (M/S) = 99.99	DILUTION WS (M/S) = 99.99
CAVITY HT (M) = 26.30	CAVITY HT (M) = 21.24
CAVITY LENGTH (M) = 53.82	CAVITY LENGTH (M) = 33.33
ALONGWIND DIM (M) = 25.00	ALONGWIND DIM (M) = 50.00

CAVITY CONC NOT CALCULATED FOR CRIT WS > 20.0 M/S. CONC SET = 0.0

 END OF CAVITY CALCULATIONS

TABLA XXI (continuación)

***** *** SUMMARY OF SCREEN MODEL RESULTS *** *****			
CALCULATION PROCEDURE	MAX CONC (UG/M**3)	DIST TO MAX (M)	TERRAIN HT (M)
-----	-----	-----	-----
SIMPLE TERRAIN	147.2	1114.	50.
COMPLEX TERRAIN	131.2	1000.	150. (24-HR CONC)

TABLA XXII

*** SCREEN3 MODEL RUN ***
 *** VERSION DATED 97047 ***
 *** VERSION ADAPTADA SEGUN RES.ENRE 13/97 ***

Rio Turbio - C.T. Nueva - NO2 - T. COMPLEJO - Dirección del viento: SW

COMPLEX TERRAIN INPUTS:

```

SOURCE TYPE           =          POINT
EMISSION RATE (G/S)   =          123.000
STACK HT (M)          =          70.0000
STACK DIAMETER (M)    =           5.5000
STACK VELOCITY (M/S)  =          28.0000
STACK GAS TEMP (K)    =          423.0000
AMBIENT AIR TEMP (K)  =          278.9000
RECEPTOR HEIGHT (M) =           .0000
URBAN/RURAL OPTION    =          RURAL
  
```

THE REGULATORY (DEFAULT) MIXING HEIGHT OPTION WAS SELECTED.
 THE REGULATORY (DEFAULT) ANEMOMETER HEIGHT OF 10.0 METERS WAS ENTERED.

BUOY. FLUX = 707.369 M**4/S**3; MOM. FLUX = 3909.215 M**4/S**2.

FINAL STABLE PLUME HEIGHT (M) = 229.3
 DISTANCE TO FINAL RISE (M) = 147.6

TERR HT (M)	DIST (M)	MAX 24-HR CONC (UG/M**3)	*VALLEY 24-HR CALCS*		**SIMPLE TERRAIN 24-HR CALCS**				
			CONC (UG/M**3)	PLUME HT ABOVE STK BASE (M)	CONC (UG/M**3)	PLUME HT ABOVE STK HGT (M)	SC	U10M USTK (M/S)	
100.	2100.	70.55	9.033	229.3	70.55	69.1	4	20.0	26.8
100.	2200.	68.68	8.861	229.3	68.68	69.1	4	20.0	26.8
100.	2300.	66.84	8.706	229.3	66.84	69.1	4	20.0	26.8
100.	2400.	65.03	8.566	229.3	65.03	69.1	4	20.0	26.8
100.	2500.	63.26	8.439	229.3	63.26	69.1	4	20.0	26.8

SIMPLE TERRAIN INPUTS:

```

SOURCE TYPE           =          POINT
EMISSION RATE (G/S)   =          123.000
STACK HEIGHT (M)      =          70.0000
STK INSIDE DIAM (M)   =           5.5000
STK EXIT VELOCITY (M/S) =          28.0000
STK GAS EXIT TEMP (K) =          423.0000
AMBIENT AIR TEMP (K)  =          278.9000
RECEPTOR HEIGHT (M) =           .0000
URBAN/RURAL OPTION    =          RURAL
BUILDING HEIGHT (M)   =          20.0000
MIN HORIZ BLDG DIM (M) =          25.0000
MAX HORIZ BLDG DIM (M) =          50.0000
  
```

THE REGULATORY (DEFAULT) MIXING HEIGHT OPTION WAS SELECTED.
 THE REGULATORY (DEFAULT) ANEMOMETER HEIGHT OF 10.0 METERS WAS ENTERED.

BUOY. FLUX = 707.369 M**4/S**3; MOM. FLUX = 3909.215 M**4/S**2.

TABLA XXII (continuación)

*** FULL METEOROLOGY ***

*** TERRAIN HEIGHT OF 0. M ABOVE STACK BASE USED FOR FOLLOWING DISTANCES ***

DIST (M)	CONC (UG/M**3)	STAB	U10M (M/S)	USTK (M/S)	MIX HT (M)	PLUME HT (M)	SIGMA Y (M)	SIGMA Z (M)	DWASH
1.	.0000	1	1.0	1.1	1802.6	1801.63	11.42	11.42	NO
100.	.3675E-04	5	1.0	2.0	10000.0	277.60	44.83	44.55	NO
200.	.1086	5	1.0	2.0	10000.0	277.60	60.44	59.64	NO
300.	.1183	5	1.0	2.0	10000.0	277.60	61.67	59.95	NO
400.	.1295	5	1.0	2.0	10000.0	277.60	63.27	60.29	NO
500.	.1429	5	1.0	2.0	10000.0	277.60	65.18	60.68	NO
600.	1.262	3	20.0	24.3	148.8	147.85	65.80	40.13	NO
700.	11.38	1	3.0	3.4	648.2	647.21	178.67	232.88	NO
800.	37.26	1	3.0	3.4	648.2	647.21	199.50	300.86	NO
900.	63.48	1	3.0	3.4	648.2	647.21	219.93	379.55	NO
1000.	77.91	1	3.0	3.4	648.2	647.21	239.99	469.06	NO

HEIGHT OF 50. M ABOVE STACK BASE USED FOR FOLLOWING DISTANCES ***

DIST (M)	CONC (UG/M**3)	STAB	U10M (M/S)	USTK (M/S)	MIX HT (M)	PLUME HT (M)	SIGMA Y (M)	SIGMA Z (M)	DWASH
1050.	146.4	3	20.0	24.3	98.8	97.85	109.18	66.24	NO
1100.	147.2	3	20.0	24.3	98.8	97.85	113.87	69.06	NO
1200.	146.0	3	20.0	24.3	98.8	97.85	123.18	74.68	NO
1300.	142.4	3	20.0	24.3	98.8	97.85	132.41	80.25	NO
1400.	137.3	3	20.0	24.3	98.8	97.85	141.57	85.78	NO
1500.	131.6	3	20.0	24.3	98.8	97.85	150.67	91.27	NO
1600.	125.7	3	20.0	24.3	98.8	97.85	159.70	96.74	NO
1700.	119.9	3	20.0	24.3	98.8	97.85	168.59	102.04	NO
1800.	114.5	3	20.0	24.3	98.8	97.85	177.39	107.24	NO
1900.	109.4	3	20.0	24.3	98.8	97.85	186.14	112.42	NO
2000.	105.3	4	20.0	26.8	90.1	89.10	129.68	54.44	NO

DWASH= MEANS NO CALC MADE (CONC = 0.0)
 DWASH=NO MEANS NO BUILDING DOWNWASH USED
 DWASH=HS MEANS HUBER-SNYDER DOWNWASH USED
 DWASH=SS MEANS SCHULMAN-SCIRE DOWNWASH USED
 DWASH=NA MEANS DOWNWASH NOT APPLICABLE, X<3*LB

 * SUMMARY OF TERRAIN HEIGHTS ENTERED FOR *

* SIMPLE ELEVATED TERRAIN PROCEDURE *

TERRAIN HT (M)	DISTANCE RANGE (M)	
	MINIMUM	MAXIMUM
0.	1.	1000.
50.	1050.	2000.

 *** REGULATORY (Default) ***
 PERFORMING CAVITY CALCULATIONS
 WITH ORIGINAL SCREEN CAVITY MODEL
 (BRODE, 1988)

TABLA XXII (continuación)

*** CAVITY CALCULATION - 1 ***		*** CAVITY CALCULATION - 2 ***	
CONC (UG/M**3)	= .0000	CONC (UG/M**3)	= .0000
CRIT WS @10M (M/S)	= 99.99	CRIT WS @10M (M/S)	= 99.99
CRIT WS @ HS (M/S)	= 99.99	CRIT WS @ HS (M/S)	= 99.99
DILUTION WS (M/S)	= 99.99	DILUTION WS (M/S)	= 99.99
CAVITY HT (M)	= 26.30	CAVITY HT (M)	= 21.24
CAVITY LENGTH (M)	= 53.82	CAVITY LENGTH (M)	= 33.33
ALONGWIND DIM (M)	= 25.00	ALONGWIND DIM (M)	= 50.00
CAVITY CONC NOT CALCULATED FOR CRIT WS > 20.0 M/S. CONC SET = 0.0			

END OF CAVITY CALCULATIONS			

*** SUMMARY OF SCREEN MODEL RESULTS ***			

CALCULATION	MAX CONC	DIST TO	TERRAIN
PROCEDURE	(UG/M**3)	MAX (M)	HT (M)
-----	-----	-----	-----
SIMPLE TERRAIN	147.2	1114.	50.
COMPLEX TERRAIN	70.55	2100.	100. (24-HR CONC)

TABLA XXIII

*** SCREEN3 MODEL RUN ***
 *** VERSION DATED 97047 ***
 *** VERSION ADAPTADA SEGUN RES.ENRE 13/97 ***

Rio Turbio - C.T. Nueva - NO2 - T. COMPLEJO - Dirección del viento: W

COMPLEX TERRAIN INPUTS:

```

SOURCE TYPE           =          POINT
EMISSION RATE (G/S)  =          123.000
STACK HT (M)         =          70.0000
STACK DIAMETER (M)   =           5.5000
STACK VELOCITY (M/S) =          28.0000
STACK GAS TEMP (K)   =          423.0000
AMBIENT AIR TEMP (K) =          278.9000
RECEPTOR HEIGHT (M) =           .0000
URBAN/RURAL OPTION   =           RURAL
  
```

THE REGULATORY (DEFAULT) MIXING HEIGHT OPTION WAS SELECTED.
 THE REGULATORY (DEFAULT) ANEMOMETER HEIGHT OF 10.0 METERS WAS ENTERED.

BUOY. FLUX = 707.369 M**4/S**3; MOM. FLUX = 3909.215 M**4/S**2.

FINAL STABLE PLUME HEIGHT (M) = 229.3
 DISTANCE TO FINAL RISE (M) = 147.6

TERR HT (M)	DIST (M)	MAX 24-HR CONC (UG/M**3)	*VALLEY 24-HR CALCS*		**SIMPLE TERRAIN 24-HR CALCS**				
			CONC (UG/M**3)	PLUME HT ABOVE STK BASE (M)	CONC (UG/M**3)	PLUME HT ABOVE STK HGT (M)	SC	U10M USTK (M/S)	
100.	2100.	70.55	9.033	229.3	70.55	69.1	4	20.0	26.8
100.	2200.	68.68	8.861	229.3	68.68	69.1	4	20.0	26.8
100.	2300.	66.84	8.706	229.3	66.84	69.1	4	20.0	26.8
100.	2400.	65.03	8.566	229.3	65.03	69.1	4	20.0	26.8
100.	2500.	63.26	8.439	229.3	63.26	69.1	4	20.0	26.8

SIMPLE TERRAIN INPUTS:

```

SOURCE TYPE           =          POINT
EMISSION RATE (G/S)  =          123.000
STACK HEIGHT (M)     =          70.0000
STK INSIDE DIAM (M)  =           5.5000
STK EXIT VELOCITY (M/S) =          28.0000
STK GAS EXIT TEMP (K) =          423.0000
AMBIENT AIR TEMP (K) =          278.9000
RECEPTOR HEIGHT (M) =           .0000
URBAN/RURAL OPTION   =           RURAL
BUILDING HEIGHT (M)  =          20.0000
MIN HORIZ BLDG DIM (M) =          25.0000
MAX HORIZ BLDG DIM (M) =          50.0000
  
```

THE REGULATORY (DEFAULT) MIXING HEIGHT OPTION WAS SELECTED.
 THE REGULATORY (DEFAULT) ANEMOMETER HEIGHT OF 10.0 METERS WAS ENTERED.

BUOY. FLUX = 707.369 M**4/S**3; MOM. FLUX = 3909.215 M**4/S**2.

*** FULL METEOROLOGY ***

TABLA XXIII (continuación)

*** CAVITY CALCULATION - 1 ***		*** CAVITY CALCULATION - 2 ***	
CONC (UG/M**3)	= .0000	CONC (UG/M**3)	= .0000
CRIT WS @10M (M/S)	= 99.99	CRIT WS @10M (M/S)	= 99.99
CRIT WS @ HS (M/S)	= 99.99	CRIT WS @ HS (M/S)	= 99.99
DILUTION WS (M/S)	= 99.99	DILUTION WS (M/S)	= 99.99
CAVITY HT (M)	= 26.30	CAVITY HT (M)	= 21.24
CAVITY LENGTH (M)	= 53.82	CAVITY LENGTH (M)	= 33.33
ALONGWIND DIM (M)	= 25.00	ALONGWIND DIM (M)	= 50.00
CAVITY CONC NOT CALCULATED FOR CRIT WS > 20.0 M/S. CONC SET = 0.0			

END OF CAVITY CALCULATIONS			

*** SUMMARY OF SCREEN MODEL RESULTS ***			

CALCULATION PROCEDURE	MAX CONC (UG/M**3)	DIST TO MAX (M)	TERRAIN HT (M)
-----	-----	-----	-----
SIMPLE TERRAIN	147.2	1114.	50.
COMPLEX TERRAIN	70.55	2100.	100. (24-HR CONC)

TABLA XXIV

*** SCREEN3 MODEL RUN ***
 *** VERSION DATED 97047 ***
 *** VERSION ADAPTADA SEGUN RES.ENRE 13/97 ***

Rio Turbio - C.T. Nueva - NO2 - T. COMPLEJO - Dirección del viento: NW

COMPLEX TERRAIN INPUTS:

```

SOURCE TYPE           =          POINT
EMISSION RATE (G/S)  =          123.000
STACK HT (M)         =          70.0000
STACK DIAMETER (M)   =           5.5000
STACK VELOCITY (M/S) =          28.0000
STACK GAS TEMP (K)   =          423.0000
AMBIENT AIR TEMP (K) =          278.9000
RECEPTOR HEIGHT (M) =           .0000
URBAN/RURAL OPTION   =           RURAL
  
```

THE REGULATORY (DEFAULT) MIXING HEIGHT OPTION WAS SELECTED.
 THE REGULATORY (DEFAULT) ANEMOMETER HEIGHT OF 10.0 METERS WAS ENTERED.

BUOY. FLUX = 707.369 M**4/S**3; MOM. FLUX = 3909.215 M**4/S**2.

FINAL STABLE PLUME HEIGHT (M) = 229.3
 DISTANCE TO FINAL RISE (M) = 147.6

TERR HT (M)	DIST (M)	MAX 24-HR CONC (UG/M**3)	*VALLEY 24-HR CALCS*		**SIMPLE TERRAIN 24-HR CALCS**				
			CONC (UG/M**3)	PLUME HT ABOVE STK BASE (M)	CONC (UG/M**3)	PLUME HT ABOVE STK HGT (M)	SC	U10M USTK (M/S)	
100.	1300.	78.61	11.21	229.3	78.61	69.1	4	20.0	26.8
100.	1400.	79.58	10.77	229.3	79.58	69.1	4	20.0	26.8
100.	1500.	79.65	10.41	229.3	79.65	69.1	4	20.0	26.8
100.	1600.	79.07	10.09	229.3	79.07	69.1	4	20.0	26.8
100.	1700.	77.74	9.827	229.3	77.74	69.1	4	20.0	26.8
100.	1800.	76.04	9.596	229.3	76.04	69.1	4	20.0	26.8
100.	1900.	74.25	9.397	229.3	74.25	69.1	4	20.0	26.8
100.	2000.	72.41	9.224	229.3	72.41	69.1	4	20.0	26.8

*** FULL METEOROLOGY ***

SIMPLE TERRAIN INPUTS:

```

SOURCE TYPE           =          POINT
EMISSION RATE (G/S)  =          123.000
STACK HEIGHT (M)     =          70.0000
STK INSIDE DIAM (M)  =           5.5000
STK EXIT VELOCITY (M/S) =          28.0000
STK GAS EXIT TEMP (K) =          423.0000
AMBIENT AIR TEMP (K) =          278.9000
RECEPTOR HEIGHT (M) =           .0000
URBAN/RURAL OPTION   =           RURAL
BUILDING HEIGHT (M)  =          20.0000
MIN HORIZ BLDG DIM (M) =          25.0000
MAX HORIZ BLDG DIM (M) =          50.0000
  
```

THE REGULATORY (DEFAULT) MIXING HEIGHT OPTION WAS SELECTED.
 THE REGULATORY (DEFAULT) ANEMOMETER HEIGHT OF 10.0 METERS WAS ENTERED.

BUOY. FLUX = 707.369 M**4/S**3; MOM. FLUX = 3909.215 M**4/S**2.

TABLA XXIV (continuación)

*** TERRAIN HEIGHT OF 0. M ABOVE STACK BASE USED FOR FOLLOWING DISTANCES ***

DIST (M)	CONC (UG/M**3)	STAB	U10M (M/S)	USTK (M/S)	MIX HT (M)	PLUME HT (M)	SIGMA Y (M)	SIGMA Z (M)	DWASH
1.	.0000	1	1.0	1.1	1802.6	1801.63	11.42	11.42	NO
100.	.3675E-04	5	1.0	2.0	10000.0	277.60	44.83	44.55	NO
200.	.1086	5	1.0	2.0	10000.0	277.60	60.44	59.64	NO
300.	.1183	5	1.0	2.0	10000.0	277.60	61.67	59.95	NO
400.	.1295	5	1.0	2.0	10000.0	277.60	63.27	60.29	NO
500.	.1429	5	1.0	2.0	10000.0	277.60	65.18	60.68	NO
600.	1.262	3	20.0	24.3	148.8	147.85	65.80	40.13	NO
700.	11.38	1	3.0	3.4	648.2	647.21	178.67	232.88	NO
800.	37.26	1	3.0	3.4	648.2	647.21	199.50	300.86	NO
900.	63.48	1	3.0	3.4	648.2	647.21	219.93	379.55	NO

*** TERRAIN HEIGHT OF 50. M ABOVE STACK BASE USED FOR FOLLOWING DISTANCES ***

DIST (M)	CONC (UG/M**3)	STAB	U10M (M/S)	USTK (M/S)	MIX HT (M)	PLUME HT (M)	SIGMA Y (M)	SIGMA Z (M)	DWASH
900.	135.5	3	20.0	24.3	98.8	97.85	94.97	57.68	NO
1000.	144.3	3	20.0	24.3	98.8	97.85	104.47	63.40	NO
1100.	147.2	3	20.0	24.3	98.8	97.85	113.87	69.06	NO
1200.	146.0	3	20.0	24.3	98.8	97.85	123.18	74.68	NO
1300.	142.4	3	20.0	24.3	98.8	97.85	132.41	80.25	NO

DWASH= MEANS NO CALC MADE (CONC = 0.0)
 DWASH=NO MEANS NO BUILDING DOWNWASH USED
 DWASH=HS MEANS HUBER-SNYDER DOWNWASH USED
 DWASH=SS MEANS SCHULMAN-SCIRE DOWNWASH USED
 DWASH=NA MEANS DOWNWASH NOT APPLICABLE, X<3*LB

 * SUMMARY OF TERRAIN HEIGHTS ENTERED FOR *
 * SIMPLE ELEVATED TERRAIN PROCEDURE *

TERRAIN HT (M)	DISTANCE RANGE (M)	
	MINIMUM	MAXIMUM
0.	1.	900.
50.	900.	1300.

 *** REGULATORY (Default) ***
 PERFORMING CAVITY CALCULATIONS
 WITH ORIGINAL SCREEN CAVITY MODEL
 (BRODE, 1988)

TABLA XXIV (continuación)

*** CAVITY CALCULATION - 1 ***		*** CAVITY CALCULATION - 2 ***	
CONC (UG/M**3)	= .0000	CONC (UG/M**3)	= .0000
CRIT WS @10M (M/S)	= 99.99	CRIT WS @10M (M/S)	= 99.99
CRIT WS @ HS (M/S)	= 99.99	CRIT WS @ HS (M/S)	= 99.99
DILUTION WS (M/S)	= 99.99	DILUTION WS (M/S)	= 99.99
CAVITY HT (M)	= 26.30	CAVITY HT (M)	= 21.24
CAVITY LENGTH (M)	= 53.82	CAVITY LENGTH (M)	= 33.33
ALONGWIND DIM (M)	= 25.00	ALONGWIND DIM (M)	= 50.00
CAVITY CONC NOT CALCULATED FOR CRIT WS > 20.0 M/S. CONC SET = 0.0			

END OF CAVITY CALCULATIONS			

*** SUMMARY OF SCREEN MODEL RESULTS ***			

CALCULATION PROCEDURE	MAX CONC (UG/M**3)	DIST TO MAX (M)	TERRAIN HT (M)
-----	-----	-----	-----
SIMPLE TERRAIN	147.2	1114.	50.
COMPLEX TERRAIN	79.65	1500.	100. (24-HR CONC)

TABLA XXV

Concentración máxima (mg/m³) de NO₂. Tiempo de promedio: 1 h

Zona	Concentración máxima (mg/m³)
Río Turbio	0.02532
28 de Noviembre	0.04641
Julia Dufour	0.04290
Complejo Minero	0.04641

TABLA XXVI

Concentración máxima total (mg/m³) de NO₂. Tiempo de promedio: 1 h

Zona	Concentración máxima total (mg/m³)
Río Turbio	0.03338
28 de Noviembre	0.04641
Julia Dufour	0.04290
Complejo Minero	0.06901

TABLA XXVII

Concentración máxima (mg/m^3) de material particulado y distancia ($X_{\text{máx}}$) (m) a la que se presenta.
 Tiempo de promedio: 1 mes

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	$X_{\text{máx}}$
N	0.00028	0.00065	0.00065	0.00079	0.00093	0.00065	0.00086	0.00088	0.00092	0.00074	0.00052	0.00037	1087
NE	0.00043	0.00046	0.00109	0.00054	0.00066	0.00042	0.00066	0.00045	0.00185	0.00075	0.00058	0.00047	1000
E	0.00013	0.00025	0.00047	0.00053	0.00048	0.00050	0.00103	0.00099	0.00115	0.00021	0.00059	0.00047	1241
SE	0.00047	0.00033	0.00044	0.00077	0.00111	0.00067	0.00123	0.00077	0.00150	0.00047	0.00084	0.00071	1087
S	0.00046	0.00051	0.00050	0.00054	0.00070	0.00034	0.00046	0.00048	0.00079	0.00053	0.00069	0.00063	1241
SW	0.01305	0.01095	0.00843	0.00772	0.00465	0.00447	0.00395	0.00633	0.00701	0.00980	0.01110	0.01560	1114
W	0.01458	0.01201	0.01083	0.01023	0.00896	0.01054	0.01068	0.01031	0.01009	0.01258	0.01238	0.01181	1114
NW	0.00412	0.00801	0.00655	0.00792	0.00809	0.00852	0.00588	0.00648	0.00737	0.00891	0.00715	0.00496	1500

TABLA XXVIII

Concentración máxima total (mg/m³) de material particulado y distancia (Xmáx) (m) a la que se presenta.
 Tiempo de promedio: 1 mes

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	Xmáx
N	0.00028	0.00065	0.00065	0.00079	0.00093	0.00065	0.00086	0.00088	0.00092	0.00074	0.00052	0.00037	1087
NE	0.00043	0.00046	0.00109	0.00054	0.00066	0.00042	0.00066	0.00045	0.00185	0.00075	0.00058	0.00047	1000
E	0.00013	0.00025	0.00047	0.00053	0.00048	0.00050	0.00103	0.00099	0.00115	0.00021	0.00059	0.00047	1241
SE	0.00047	0.00033	0.00044	0.00077	0.00111	0.00067	0.00123	0.00077	0.00150	0.00047	0.00084	0.00071	1087
S	0.00046	0.00051	0.00050	0.00054	0.00070	0.00034	0.00046	0.00048	0.00079	0.00053	0.00069	0.00063	1241
SW	0.01305	0.01095	0.00843	0.00772	0.00465	0.00447	0.00395	0.00633	0.00701	0.00980	0.01110	0.01560	1114
W	0.01458	0.01201	0.01083	0.01023	0.00896	0.01054	0.01068	0.01031	0.01009	0.01258	0.01238	0.01181	1114
NW	0.00455	0.00885	0.00724	0.00875	0.00893	0.00941	0.00650	0.00716	0.00814	0.00985	0.00789	0.00548	1500

TABLA XXIX

Concentración máxima (mg/m³) de material particulado. Tiempo de promedio: 1 mes

MES	Río Turbio	28 de Noviembre	Julia Dufour	Complejo Minero
ENE	0.00015	0.00016	0.00005	0.00027
FEB	0.00010	0.00037	0.00009	0.00019
MAR	0.00014	0.00037	0.00017	0.00025
ABR	0.00024	0.00046	0.00019	0.00044
MAY	0.00035	0.00053	0.00017	0.00063
JUN	0.00021	0.00037	0.00018	0.00038
JUL	0.00038	0.00049	0.00036	0.00070
AGO	0.00024	0.00050	0.00035	0.00044
SET	0.00047	0.00053	0.00040	0.00086
OCT	0.00015	0.00042	0.00007	0.00027
NOV	0.00026	0.00030	0.00021	0.00048
DIC	0.00022	0.00021	0.00017	0.00041

TABLA XXXI

Concentración máxima (mg/m³) de CO y distancia (X_{máx}) (m) a la que se presenta.
 Tiempo de promedio: 1 h

Dirección del viento	Concentración máxima (mg/m ³)	X _{máx} (m)
N	0.00330	1087
NE	0.01006	1000
E	0.00493	1241
SE	0.00330	1087
S	0.00493	1241
SW	0.00598	1114
W	0.00598	1114
NW	0.00611	1500

TABLA XXXII

Concentración máxima total (mg/m³) de CO y distancia (X_{máx}) (m) a la que se presenta.
 Tiempo de promedio: 1 h

Dirección del viento	Concentración máxima total (mg/m ³)	X _{máx} (m)
N	0.00330	1087
NE	0.01006	1000
E	0.00493	1241
SE	0.00330	1087
S	0.00493	1241
SW	0.00598	1114
W	0.00598	1114
NW	0.00811	1500

TABLA XXXIII

Concentración máxima (mg/m³) de CO y distancia (Xmáx) (m) a la que se presenta, para cada clase de estabilidad (A, B, C, D, E, F) y velocidad del viento. Tiempo de promedio: 1 h. Dirección del viento: norte

Velocidad del viento (m/s)	A		B		C		D		E		F	
	Cmáx (mg/m ³)	Xmáx (m)	Cmáx (mg/m ³)	Xmáx (m)	Cmáx (mg/m ³)	Xmáx (m)	Cmáx (mg/m ³)	Xmáx (m)	Cmáx (mg/m ³)	Xmáx (m)	Cmáx (mg/m ³)	Xmáx (m)
1.0	0.00155	1873	0.00070	9361			0.00002	18800			0.00016	18800
1.5	0.00213	1464	0.00095	6550			0.00004	18800			0.00017	18800
2.0	0.00263	1291	0.00116	5118	0.00079	11542	0.00008	18800	0.00063	18800	0.00018	18800
2.5	0.00300	1174	0.00135	4245	0.00094	9276	0.00014	18800	0.00060	18800	0.00018	18800
3.0	0.00330	1087	0.00151	3657	0.00108	7790	0.00021	18800	0.00057	18800	0.00018	18800
3.5			0.00166	3233	0.00121	6744	0.00029	18800	0.00054	18800		
4.0			0.00180	2911	0.00132	5970	0.00038	18800	0.00051	18800		
4.5			0.00192	2660	0.00143	5371	0.00045	18800	0.00049	18470		
5.0			0.00203	2457	0.00153	4898	0.00052	18800	0.00047	17601		
8.0					0.00197	3326	0.00079	11311				
10.0					0.00216	2814	0.00093	9248				
15.0					0.00242	2139	0.00117	6196				
20.0					0.00263	1752	0.00137	4643				

TABLA XXXIV

Concentración máxima (mg/m³) de CO y distancia (Xmáx) (m) a la que se presenta, para cada clase de estabilidad (A, B, C, D, E, F) y velocidad del viento. Tiempo de promedio: 1 h. Dirección del viento: este

Velocidad del viento (m/s)	A		B		C		D		E		F	
	Cmáx (mg/m ³)	Xmáx (m)	Cmáx (mg/m ³)	Xmáx (m)	Cmáx (mg/m ³)	Xmáx (m)	Cmáx (mg/m ³)	Xmáx (m)	Cmáx (mg/m ³)	Xmáx (m)	Cmáx (mg/m ³)	Xmáx (m)
1.0	0.00159	1853	0.00070	7880			0.00002	4459			0.00044	7880
1.5	0.00223	1439	0.00100	6323			0.00004	7880			0.00047	7880
2.0	0.00279	1263	0.00125	4885	0.00077	7880	0.00006	7880	0.00100	7880	0.00049	7880
2.5	0.00324	1143	0.00148	4009	0.00105	7880	0.00010	7880	0.00101	7880	0.00051	7880
3.0	0.00360	1054	0.00170	3417	0.00124	7114	0.00015	7880	0.00101	7880	0.00052	7880
3.5			0.00190	2990	0.00141	6079	0.00023	7880	0.00100	7880		
4.0			0.00209	2667	0.00158	5313	0.00033	7880	0.00099	7880		
4.5			0.00227	2413	0.00174	4724	0.00044	7880	0.00097	7880		
5.0			0.00244	2209	0.00190	4259	0.00056	7880	0.00096	7880		
8.0					0.00272	2719	0.00126	7880				
10.0					0.00317	2221	0.00159	6103				
15.0					0.00403	1600	0.00238	3646				
20.0					0.00493	1241	0.00327	2566				

TABLA XXXIV

Concentración máxima (mg/m³) de CO y distancia (Xmáx) (m) a la que se presenta, para cada clase de estabilidad (A, B, C, D, E, F) y velocidad del viento. Tiempo de promedio: 1 h. Dirección del viento: este

Velocidad del viento (m/s)	A		B		C		D		E		F	
	Cmáx (mg/m ³)	Xmáx (m)	Cmáx (mg/m ³)	Xmáx (m)	Cmáx (mg/m ³)	Xmáx (m)	Cmáx (mg/m ³)	Xmáx (m)	Cmáx (mg/m ³)	Xmáx (m)	Cmáx (mg/m ³)	Xmáx (m)
1.0	0.00159	1853	0.00070	7880			0.00002	4459			0.00044	7880
1.5	0.00223	1439	0.00100	6323			0.00004	7880			0.00047	7880
2.0	0.00279	1263	0.00125	4885	0.00077	7880	0.00006	7880	0.00100	7880	0.00049	7880
2.5	0.00324	1143	0.00148	4009	0.00105	7880	0.00010	7880	0.00101	7880	0.00051	7880
3.0	0.00360	1054	0.00170	3417	0.00124	7114	0.00015	7880	0.00101	7880	0.00052	7880
3.5			0.00190	2990	0.00141	6079	0.00023	7880	0.00100	7880		
4.0			0.00209	2667	0.00158	5313	0.00033	7880	0.00099	7880		
4.5			0.00227	2413	0.00174	4724	0.00044	7880	0.00097	7880		
5.0			0.00244	2209	0.00190	4259	0.00056	7880	0.00096	7880		
8.0					0.00272	2719	0.00126	7880				
10.0					0.00317	2221	0.00159	6103				
15.0					0.00403	1600	0.00238	3646				
20.0					0.00493	1241	0.00327	2566				

TABLA XXXV

Concentración máxima (mg/m³) de CO y distancia (Xmáx) (m) a la que se presenta, para cada clase de estabilidad (A, B, C, D, E, F) y velocidad del viento. Tiempo de promedio: 1 h. Dirección del viento: sudeste

Velocidad del viento (m/s)	A		B		C		D		E		F	
	Cmáx (mg/m ³)	Xmáx (m)	Cmáx (mg/m ³)	Xmáx (m)	Cmáx (mg/m ³)	Xmáx (m)	Cmáx (mg/m ³)	Xmáx (m)	Cmáx (mg/m ³)	Xmáx (m)	Cmáx (mg/m ³)	Xmáx (m)
1.0	0.00155	1873	0.00070	9361			0.00002	18800			0.00016	18800
1.5	0.00213	1464	0.00095	6550			0.00004	18800			0.00017	18800
2.0	0.00263	1291	0.00116	5118	0.00079	11542	0.00008	18800	0.00063	18800	0.00018	18800
2.5	0.00300	1174	0.00135	4245	0.00094	9276	0.00014	18800	0.00060	18800	0.00018	18800
3.0	0.00330	1087	0.00151	3657	0.00108	7790	0.00021	18800	0.00057	18800	0.00018	18800
3.5			0.00166	3233	0.00121	6744	0.00029	18800	0.00054	18800		
4.0			0.00180	2911	0.00132	5970	0.00038	18800	0.00051	18800		
4.5			0.00192	2660	0.00143	5371	0.00045	18800	0.00049	18470		
5.0			0.00203	2457	0.00153	4898	0.00052	18800	0.00047	17601		
8.0					0.00197	3326	0.00079	11311				
10.0					0.00216	2814	0.00093	9248				
15.0					0.00242	2139	0.00117	6196				
20.0					0.00263	1752	0.00137	4643				

TABLA XXXVI

Concentración máxima (mg/m³) de CO y distancia (Xmáx) (m) a la que se presenta, para cada clase de estabilidad (A, B, C, D, E, F) y velocidad del viento. Tiempo de promedio: 1 h. Dirección del viento: sur

Velocidad del viento (m/s)	A		B		C		D		E		F	
	Cmáx (mg/m ³)	Xmáx (m)	Cmáx (mg/m ³)	Xmáx (m)	Cmáx (mg/m ³)	Xmáx (m)	Cmáx (mg/m ³)	Xmáx (m)	Cmáx (mg/m ³)	Xmáx (m)	Cmáx (mg/m ³)	Xmáx (m)
1.0	0.00159	1853	0.00070	7880			0.00002	4459			0.00044	7880
1.5	0.00223	1439	0.00100	6323			0.00004	7880			0.00047	7880
2.0	0.00279	1263	0.00125	4885	0.00077	7880	0.00006	7880	0.00100	7880	0.00049	7880
2.5	0.00324	1143	0.00148	4009	0.00105	7880	0.00010	7880	0.00101	7880	0.00051	7880
3.0	0.00360	1054	0.00170	3417	0.00124	7114	0.00015	7880	0.00101	7880	0.00052	7880
3.5			0.00190	2990	0.00141	6079	0.00023	7880	0.00100	7880		
4.0			0.00209	2667	0.00158	5313	0.00033	7880	0.00099	7880		
4.5			0.00227	2413	0.00174	4724	0.00044	7880	0.00097	7880		
5.0			0.00244	2209	0.00190	4259	0.00056	7880	0.00096	7880		
8.0					0.00272	2719	0.00126	7880				
10.0					0.00317	2221	0.00159	6103				
15.0					0.00403	1600	0.00238	3646				
20.0					0.00493	1241	0.00327	2566				

TABLA XXXVII

*** SCREEN3 MODEL RUN ***
 *** VERSION DATED 97047 ***
 *** VERSION ADAPTADA SEGUN RES.ENRE 13/97 ***

Rio Turbio - C.T. Nueva - CO - T. COMPLEJO - Dirección del viento: NE

COMPLEX TERRAIN INPUTS:

```

SOURCE TYPE           =          POINT
EMISSION RATE (G/S)  =          5.00000
STACK HT (M)         =          70.0000
STACK DIAMETER (M)   =          5.5000
STACK VELOCITY (M/S) =          28.0000
STACK GAS TEMP (K)   =          423.0000
AMBIENT AIR TEMP (K) =          278.9000
RECEPTOR HEIGHT (M) =           .0000
URBAN/RURAL OPTION   =          RURAL
  
```

THE REGULATORY (DEFAULT) MIXING HEIGHT OPTION WAS SELECTED.
 THE REGULATORY (DEFAULT) ANEMOMETER HEIGHT OF 10.0 METERS WAS ENTERED.

BUOY. FLUX = 707.369 M**4/S**3; MOM. FLUX = 3909.215 M**4/S**2.

FINAL STABLE PLUME HEIGHT (M) = 229.3
 DISTANCE TO FINAL RISE (M) = 147.6

TERR HT (M)	DIST (M)	MAX 24-HR CONC (UG/M**3)	*VALLEY 24-HR CALCS*		**SIMPLE TERRAIN 24-HR CALCS**			
			CONC (UG/M**3)	PLUME HT ABOVE STK BASE (M)	CONC (UG/M**3)	PLUME HT ABOVE STK HGT (M)	SC	U10M USTK (M/S)
100.	750.	3.639	.6493	229.3	3.639	77.8	3	20.0 24.3
100.	800.	3.731	.6198	229.3	3.731	77.8	3	20.0 24.3
100.	900.	3.761	.5715	229.3	3.761	77.8	3	20.0 24.3
150.	1000.	5.332	5.332	229.3	3.659	77.8	3	20.0 24.3
150.	1100.	4.894	4.894	229.3	3.492	77.8	3	20.0 24.3
150.	2000.	2.943	2.924	229.3	2.943	69.1	4	20.0 26.8
150.	1200.	4.529	4.529	229.3	3.300	77.8	3	20.0 24.3

SIMPLE TERRAIN INPUTS:

```

SOURCE TYPE           =          POINT
EMISSION RATE (G/S)  =          5.00000
STACK HEIGHT (M)     =          70.0000
STK INSIDE DIAM (M)  =          5.5000
STK EXIT VELOCITY (M/S) =          28.0000
STK GAS EXIT TEMP (K) =          423.0000
AMBIENT AIR TEMP (K) =          278.9000
RECEPTOR HEIGHT (M) =           .0000
URBAN/RURAL OPTION   =          RURAL
BUILDING HEIGHT (M)  =          20.0000
MIN HORIZ BLDG DIM (M) =          25.0000
MAX HORIZ BLDG DIM (M) =          50.0000
  
```

THE REGULATORY (DEFAULT) MIXING HEIGHT OPTION WAS SELECTED.
 THE REGULATORY (DEFAULT) ANEMOMETER HEIGHT OF 10.0 METERS WAS ENTERED.

BUOY. FLUX = 707.369 M**4/S**3; MOM. FLUX = 3909.215 M**4/S**2.

*** FULL METEOROLOGY ***

TABLA XXXVII (continuación)

```

*** TERRAIN HEIGHT OF 0. M ABOVE STACK BASE USED FOR FOLLOWING DISTANCES ***

```

DIST (M)	CONC (UG/M**3)	STAB	U10M (M/S)	USTK (M/S)	MIX HT (M)	PLUME HT (M)	SIGMA Y (M)	SIGMA Z (M)	DWASH
1.	.0000	1	1.0	1.1	1802.6	1801.63	11.42	11.42	NO
100.	.1494E-05	5	1.0	2.0	10000.0	277.60	44.83	44.55	NO
200.	.4414E-02	5	1.0	2.0	10000.0	277.60	60.44	59.64	NO
300.	.4808E-02	5	1.0	2.0	10000.0	277.60	61.67	59.95	NO
400.	.5263E-02	5	1.0	2.0	10000.0	277.60	63.27	60.29	NO

```

*** TERRAIN HEIGHT OF 50. M ABOVE STACK BASE USED FOR FOLLOWING DISTANCES ***

```

DIST (M)	CONC (UG/M**3)	STAB	U10M (M/S)	USTK (M/S)	MIX HT (M)	PLUME HT (M)	SIGMA Y (M)	SIGMA Z (M)	DWASH
450.	.5275	3	20.0	24.3	98.8	97.85	50.70	31.06	NO
500.	1.037	3	20.0	24.3	98.8	97.85	55.78	34.11	NO
600.	2.393	3	20.0	24.3	98.8	97.85	65.80	40.13	NO
700.	3.762	3	20.0	24.3	98.8	97.85	75.66	46.06	NO

DWASH= MEANS NO CALC MADE (CONC = 0.0)
 DWASH=NO MEANS NO BUILDING DOWNWASH USED
 DWASH=HS MEANS HUBER-SNYDER DOWNWASH USED
 DWASH=SS MEANS SCHULMAN-SCIRE DOWNWASH USED
 DWASH=NA MEANS DOWNWASH NOT APPLICABLE, X<3*LB

```

*****
* SUMMARY OF TERRAIN HEIGHTS ENTERED FOR *
* SIMPLE ELEVATED TERRAIN PROCEDURE *
*****

```

TERRAIN HT (M)	DISTANCE RANGE (M)	
	MINIMUM	MAXIMUM
0.	1.	400.
50.	450.	700.

```

*****
*** REGULATORY (Default) ***
PERFORMING CAVITY CALCULATIONS
WITH ORIGINAL SCREEN CAVITY MODEL
(BRODE, 1988)
*****

```

TABLA XXXVII (continuación)

*** CAVITY CALCULATION - 1 ***		*** CAVITY CALCULATION - 2 ***	
CONC (UG/M**3)	= .0000	CONC (UG/M**3)	= .0000
CRIT WS @10M (M/S)	= 99.99	CRIT WS @10M (M/S)	= 99.99
CRIT WS @ HS (M/S)	= 99.99	CRIT WS @ HS (M/S)	= 99.99
DILUTION WS (M/S)	= 99.99	DILUTION WS (M/S)	= 99.99
CAVITY HT (M)	= 26.30	CAVITY HT (M)	= 21.24
CAVITY LENGTH (M)	= 53.82	CAVITY LENGTH (M)	= 33.33
ALONGWIND DIM (M)	= 25.00	ALONGWIND DIM (M)	= 50.00
CAVITY CONC NOT CALCULATED FOR CRIT WS > 20.0 M/S. CONC SET = 0.0			

END OF CAVITY CALCULATIONS			

*** SUMMARY OF SCREEN MODEL RESULTS ***			

CALCULATION PROCEDURE	MAX CONC (UG/M**3)	DIST TO MAX (M)	TERRAIN HT (M)
-----	-----	-----	-----
SIMPLE TERRAIN	5.986	1114.	50.
COMPLEX TERRAIN	5.332	1000.	150. (24-HR CONC)

TABLA XXXVIII

```

*** SCREEN3 MODEL RUN ***
*** VERSION DATED 97047 ***
*** VERSION ADAPTADA SEGUN RES.ENRE 13/97 ***

Rio Turbio - C.T. Nueva - CO - T. COMPLEJO - Dirección del viento: SW

COMPLEX TERRAIN INPUTS:
SOURCE TYPE           =           POINT
EMISSION RATE (G/S)  =          5.00000
STACK HT (M)         =          70.0000
STACK DIAMETER (M)   =          5.5000
STACK VELOCITY (M/S) =          28.0000
STACK GAS TEMP (K)   =         423.0000
AMBIENT AIR TEMP (K) =         278.9000
RECEPTOR HEIGHT (M) =            .0000
URBAN/RURAL OPTION   =           RURAL

THE REGULATORY (DEFAULT) MIXING HEIGHT OPTION WAS SELECTED.
THE REGULATORY (DEFAULT) ANEMOMETER HEIGHT OF 10.0 METERS WAS ENTERED.

BUOY. FLUX = 707.369 M**4/S**3; MOM. FLUX = 3909.215 M**4/S**2.

FINAL STABLE PLUME HEIGHT (M) = 229.3
DISTANCE TO FINAL RISE (M)    = 147.6

          *VALLEY 24-HR CALCS*      **SIMPLE TERRAIN 24-HR CALCS**
TERR      MAX 24-HR          PLUME HT          PLUME HT
HT  DIST  CONC          CONC  ABOVE STK      CONC  ABOVE STK      U10M USTK
(M)  (M)  (UG/M**3)      (UG/M**3)  BASE (M)  (UG/M**3)  HGT (M)  SC   (M/S)
-----
100. 2100. 2.868          .3672      229.3      2.868      69.1      4 20.0 26.8
100. 2200. 2.792          .3602      229.3      2.792      69.1      4 20.0 26.8
100. 2300. 2.717          .3539      229.3      2.717      69.1      4 20.0 26.8
100. 2400. 2.643          .3482      229.3      2.643      69.1      4 20.0 26.8
100. 2500. 2.572          .3431      229.3      2.572      69.1      4 20.0 26.8

SIMPLE TERRAIN INPUTS:
SOURCE TYPE           =           POINT
EMISSION RATE (G/S)  =          5.00000
STACK HEIGHT (M)     =          70.0000
STK INSIDE DIAM (M)  =          5.5000
STK EXIT VELOCITY (M/S) =          28.0000
STK GAS EXIT TEMP (K) =         423.0000
AMBIENT AIR TEMP (K) =         278.9000
RECEPTOR HEIGHT (M) =            .0000
URBAN/RURAL OPTION   =           RURAL
BUILDING HEIGHT (M)  =          20.0000
MIN HORIZ BLDG DIM (M) =          25.0000
MAX HORIZ BLDG DIM (M) =          50.0000

THE REGULATORY (DEFAULT) MIXING HEIGHT OPTION WAS SELECTED.
THE REGULATORY (DEFAULT) ANEMOMETER HEIGHT OF 10.0 METERS WAS ENTERED.

BUOY. FLUX = 707.369 M**4/S**3; MOM. FLUX = 3909.215 M**4/S**2.

*** FULL METEOROLOGY ***

```

TABLA XXXVIII (continuación)

*** TERRAIN HEIGHT OF 0. M ABOVE STACK BASE USED FOR FOLLOWING DISTANCES ***

DIST (M)	CONC (UG/M**3)	STAB	U10M (M/S)	USTK (M/S)	MIX HT (M)	PLUME HT (M)	SIGMA Y (M)	SIGMA Z (M)	DWASH
1.	.0000	1	1.0	1.1	1802.6	1801.63	11.42	11.42	NO
100.	.1494E-05	5	1.0	2.0	10000.0	277.60	44.83	44.55	NO
200.	.4414E-02	5	1.0	2.0	10000.0	277.60	60.44	59.64	NO
300.	.4808E-02	5	1.0	2.0	10000.0	277.60	61.67	59.95	NO
400.	.5263E-02	5	1.0	2.0	10000.0	277.60	63.27	60.29	NO
500.	.5811E-02	5	1.0	2.0	10000.0	277.60	65.18	60.68	NO
600.	.5131E-01	3	20.0	24.3	148.8	147.85	65.80	40.13	NO
700.	.4625	1	3.0	3.4	648.2	647.21	178.67	232.88	NO
800.	1.515	1	3.0	3.4	648.2	647.21	199.50	300.86	NO
900.	2.580	1	3.0	3.4	648.2	647.21	219.93	379.55	NO
1000.	3.167	1	3.0	3.4	648.2	647.21	239.99	469.06	NO

*** TERRAIN HEIGHT OF 50. M ABOVE STACK BASE USED FOR FOLLOWING DISTANCES ***

DIST (M)	CONC (UG/M**3)	STAB	U10M (M/S)	USTK (M/S)	MIX HT (M)	PLUME HT (M)	SIGMA Y (M)	SIGMA Z (M)	DWASH
1050.	5.951	3	20.0	24.3	98.8	97.85	109.18	66.24	NO
1100.	5.984	3	20.0	24.3	98.8	97.85	113.87	69.06	NO
1200.	5.937	3	20.0	24.3	98.8	97.85	123.18	74.68	NO
1300.	5.788	3	20.0	24.3	98.8	97.85	132.41	80.25	NO
1400.	5.581	3	20.0	24.3	98.8	97.85	141.57	85.78	NO
1500.	5.349	3	20.0	24.3	98.8	97.85	150.67	91.27	NO
1600.	5.109	3	20.0	24.3	98.8	97.85	159.70	96.74	NO
1700.	4.875	3	20.0	24.3	98.8	97.85	168.59	102.04	NO
1800.	4.654	3	20.0	24.3	98.8	97.85	177.39	107.24	NO
1900.	4.447	3	20.0	24.3	98.8	97.85	186.14	112.42	NO
2000.	4.281	4	20.0	26.8	90.1	89.10	129.68	54.44	NO

DWASH= MEANS NO CALC MADE (CONC = 0.0)
 DWASH=NO MEANS NO BUILDING DOWNWASH USED
 DWASH=HS MEANS HUBER-SNYDER DOWNWASH USED
 DWASH=SS MEANS SCHULMAN-SCIRE DOWNWASH USED
 DWASH=NA MEANS DOWNWASH NOT APPLICABLE, X<3*LB

 * SUMMARY OF TERRAIN HEIGHTS ENTERED FOR *

* SIMPLE ELEVATED TERRAIN PROCEDURE *

TERRAIN HT (M)	DISTANCE RANGE (M)	
	MINIMUM	MAXIMUM
0.	1.	1000.
50.	1050.	2000.

 *** REGULATORY (Default) ***
 PERFORMING CAVITY CALCULATIONS
 WITH ORIGINAL SCREEN CAVITY MODEL
 (BRODE, 1988)

TABLA XXXVIII (continuación)

*** CAVITY CALCULATION - 1 ***		*** CAVITY CALCULATION - 2 ***	
CONC (UG/M**3)	= .0000	CONC (UG/M**3)	= .0000
CRIT WS @10M (M/S)	= 99.99	CRIT WS @10M (M/S)	= 99.99
CRIT WS @ HS (M/S)	= 99.99	CRIT WS @ HS (M/S)	= 99.99
DILUTION WS (M/S)	= 99.99	DILUTION WS (M/S)	= 99.99
CAVITY HT (M)	= 26.30	CAVITY HT (M)	= 21.24
CAVITY LENGTH (M)	= 53.82	CAVITY LENGTH (M)	= 33.33
ALONGWIND DIM (M)	= 25.00	ALONGWIND DIM (M)	= 50.00
CAVITY CONC NOT CALCULATED FOR CRIT WS > 20.0 M/S. CONC SET = 0.0			

END OF CAVITY CALCULATIONS			

*** SUMMARY OF SCREEN MODEL RESULTS ***			

CALCULATION PROCEDURE	MAX CONC (UG/M**3)	DIST TO MAX (M)	TERRAIN HT (M)
-----	-----	-----	-----
SIMPLE TERRAIN	5.986	1114.	50.
COMPLEX TERRAIN	2.868	2100.	100. (24-HR CONC)

TABLA XXXIX

*** SCREEN3 MODEL RUN ***
 *** VERSION DATED 97047 ***
 *** VERSION ADAPTADA SEGUN RES.ENRE 13/97 ***

Rio Turbio - C.T. Nueva - CO - T. COMPLEJO - Dirección del viento: W

COMPLEX TERRAIN INPUTS:

```

SOURCE TYPE           =          POINT
EMISSION RATE (G/S)  =          5.00000
STACK HT (M)         =          70.0000
STACK DIAMETER (M)   =          5.5000
STACK VELOCITY (M/S) =          28.0000
STACK GAS TEMP (K)   =          423.0000
AMBIENT AIR TEMP (K) =          278.9000
RECEPTOR HEIGHT (M) =           .0000
URBAN/RURAL OPTION   =          RURAL
  
```

THE REGULATORY (DEFAULT) MIXING HEIGHT OPTION WAS SELECTED.
 THE REGULATORY (DEFAULT) ANEMOMETER HEIGHT OF 10.0 METERS WAS ENTERED.

BUOY. FLUX = 707.369 M**4/S**3; MOM. FLUX = 3909.215 M**4/S**2.

FINAL STABLE PLUME HEIGHT (M) = 229.3
 DISTANCE TO FINAL RISE (M) = 147.6

TERR HT (M)	DIST (M)	*VALLEY 24-HR CALCS*			**SIMPLE TERRAIN 24-HR CALCS**			
		MAX 24-HR CONC (UG/M**3)	CONC (UG/M**3)	PLUME HT ABOVE STK BASE (M)	CONC (UG/M**3)	PLUME HT ABOVE STK HGT (M)	SC	U10M USTK (M/S)
100.	2100.	2.868	.3672	229.3	2.868	69.1	4	20.0 26.8
100.	2200.	2.792	.3602	229.3	2.792	69.1	4	20.0 26.8
100.	2300.	2.717	.3539	229.3	2.717	69.1	4	20.0 26.8
100.	2400.	2.643	.3482	229.3	2.643	69.1	4	20.0 26.8
100.	2500.	2.572	.3431	229.3	2.572	69.1	4	20.0 26.8

SIMPLE TERRAIN INPUTS:

```

SOURCE TYPE           =          POINT
EMISSION RATE (G/S)  =          5.00000
STACK HEIGHT (M)     =          70.0000
STK INSIDE DIAM (M)  =          5.5000
STK EXIT VELOCITY (M/S) =          28.0000
STK GAS EXIT TEMP (K) =          423.0000
AMBIENT AIR TEMP (K) =          278.9000
RECEPTOR HEIGHT (M) =           .0000
URBAN/RURAL OPTION   =          RURAL
BUILDING HEIGHT (M)  =          20.0000
MIN HORIZ BLDG DIM (M) =          25.0000
MAX HORIZ BLDG DIM (M) =          50.0000
  
```

THE REGULATORY (DEFAULT) MIXING HEIGHT OPTION WAS SELECTED.
 THE REGULATORY (DEFAULT) ANEMOMETER HEIGHT OF 10.0 METERS WAS ENTERED.

BUOY. FLUX = 707.369 M**4/S**3; MOM. FLUX = 3909.215 M**4/S**2.

*** FULL METEOROLOGY ***

TABLA XXXIX (continuación)

*** TERRAIN HEIGHT OF 0. M ABOVE STACK BASE USED FOR FOLLOWING DISTANCES ***

DIST (M)	CONC (UG/M**3)	STAB	U10M (M/S)	USTK (M/S)	MIX HT (M)	PLUME HT (M)	SIGMA Y (M)	SIGMA Z (M)	DWASH
1.	.0000	1	1.0	1.1	1802.6	1801.63	11.42	11.42	NO
100.	.1494E-05	5	1.0	2.0	10000.0	277.60	44.83	44.55	NO
200.	.4414E-02	5	1.0	2.0	10000.0	277.60	60.44	59.64	NO
300.	.4808E-02	5	1.0	2.0	10000.0	277.60	61.67	59.95	NO
400.	.5263E-02	5	1.0	2.0	10000.0	277.60	63.27	60.29	NO
500.	.5811E-02	5	1.0	2.0	10000.0	277.60	65.18	60.68	NO
600.	.5131E-01	3	20.0	24.3	148.8	147.85	65.80	40.13	NO
700.	.4625	1	3.0	3.4	648.2	647.21	178.67	232.88	NO

*** TERRAIN HEIGHT OF 50. M ABOVE STACK BASE USED FOR FOLLOWING DISTANCES ***

DIST (M)	CONC (UG/M**3)	STAB	U10M (M/S)	USTK (M/S)	MIX HT (M)	PLUME HT (M)	SIGMA Y (M)	SIGMA Z (M)	DWASH
750.	4.340	3	20.0	24.3	98.8	97.85	80.53	48.99	NO
800.	4.824	3	20.0	24.3	98.8	97.85	85.37	51.90	NO
900.	5.509	3	20.0	24.3	98.8	97.85	94.97	57.68	NO
1000.	5.868	3	20.0	24.3	98.8	97.85	104.47	63.40	NO
1100.	5.984	3	20.0	24.3	98.8	97.85	113.87	69.06	NO
1200.	5.937	3	20.0	24.3	98.8	97.85	123.18	74.68	NO
1300.	5.788	3	20.0	24.3	98.8	97.85	132.41	80.25	NO
1400.	5.581	3	20.0	24.3	98.8	97.85	141.57	85.78	NO
1500.	5.349	3	20.0	24.3	98.8	97.85	150.67	91.27	NO
1600.	5.109	3	20.0	24.3	98.8	97.85	159.70	96.74	NO
1700.	4.875	3	20.0	24.3	98.8	97.85	168.59	102.04	NO
1800.	4.654	3	20.0	24.3	98.8	97.85	177.39	107.24	NO
1900.	4.447	3	20.0	24.3	98.8	97.85	186.14	112.42	NO
2000.	4.281	4	20.0	26.8	90.1	89.10	129.68	54.44	NO

DWASH= MEANS NO CALC MADE (CONC = 0.0)
 DWASH=NO MEANS NO BUILDING DOWNWASH USED
 DWASH=HS MEANS HUBER-SNYDER DOWNWASH USED
 DWASH=SS MEANS SCHULMAN-SCIRE DOWNWASH USED
 DWASH=NA MEANS DOWNWASH NOT APPLICABLE, X<3*LB

 * SUMMARY OF TERRAIN HEIGHTS ENTERED FOR *

* SIMPLE ELEVATED TERRAIN PROCEDURE *

TERRAIN HT (M)	DISTANCE RANGE (M)	
	MINIMUM	MAXIMUM
0.	1.	700.
50.	750.	2000.

 *** REGULATORY (Default) ***
 PERFORMING CAVITY CALCULATIONS
 WITH ORIGINAL SCREEN CAVITY MODEL
 (BRODE, 1988)

TABLA XXXIX (continuación)

<pre> *** CAVITY CALCULATION - 1 *** CONC (UG/M**3) = .0000 CRIT WS @10M (M/S) = 99.99 CRIT WS @ HS (M/S) = 99.99 DILUTION WS (M/S) = 99.99 CAVITY HT (M) = 26.30 CAVITY LENGTH (M) = 53.82 ALONGWIND DIM (M) = 25.00 </pre>	<pre> *** CAVITY CALCULATION - 2 *** CONC (UG/M**3) = .0000 CRIT WS @10M (M/S) = 99.99 CRIT WS @ HS (M/S) = 99.99 DILUTION WS (M/S) = 99.99 CAVITY HT (M) = 21.24 CAVITY LENGTH (M) = 33.33 ALONGWIND DIM (M) = 50.00 </pre>																
<p>CAVITY CONC NOT CALCULATED FOR CRIT WS > 20.0 M/S. CONC SET = 0.0</p>																	
<p>***** END OF CAVITY CALCULATIONS *****</p>																	
<p>***** SUMMARY OF SCREEN MODEL RESULTS *** *****</p>																	
<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: left;">CALCULATION PROCEDURE</th> <th style="text-align: left;">MAX CONC (UG/M**3)</th> <th style="text-align: left;">DIST TO MAX (M)</th> <th style="text-align: left;">TERRAIN HT (M)</th> </tr> <tr> <th style="text-align: left;">-----</th> <th style="text-align: left;">-----</th> <th style="text-align: left;">-----</th> <th style="text-align: left;">-----</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>SIMPLE TERRAIN</td> <td>5.986</td> <td>1114.</td> <td>50.</td> </tr> <tr> <td>COMPLEX TERRAIN</td> <td>2.868</td> <td>2100.</td> <td>100. (24-HR CONC)</td> </tr> </tbody> </table>	CALCULATION PROCEDURE	MAX CONC (UG/M**3)	DIST TO MAX (M)	TERRAIN HT (M)	-----	-----	-----	-----	SIMPLE TERRAIN	5.986	1114.	50.	COMPLEX TERRAIN	2.868	2100.	100. (24-HR CONC)	
CALCULATION PROCEDURE	MAX CONC (UG/M**3)	DIST TO MAX (M)	TERRAIN HT (M)														
-----	-----	-----	-----														
SIMPLE TERRAIN	5.986	1114.	50.														
COMPLEX TERRAIN	2.868	2100.	100. (24-HR CONC)														

TABLA XL

*** SCREEN3 MODEL RUN ***
 *** VERSION DATED 97047 ***
 *** VERSION ADAPTADA SEGUN RES.ENRE 13/97 ***

Rio Turbio - C.T. Nueva - CO - T. COMPLEJO - Dirección del viento: NW

COMPLEX TERRAIN INPUTS:

```

SOURCE TYPE           =          POINT
EMISSION RATE (G/S)  =          5.00000
STACK HT (M)         =          70.0000
STACK DIAMETER (M)   =          5.5000
STACK VELOCITY (M/S) =          28.0000
STACK GAS TEMP (K)   =          423.0000
AMBIENT AIR TEMP (K) =          278.9000
RECEPTOR HEIGHT (M) =           .0000
URBAN/RURAL OPTION   =          RURAL
  
```

THE REGULATORY (DEFAULT) MIXING HEIGHT OPTION WAS SELECTED.
 THE REGULATORY (DEFAULT) ANEMOMETER HEIGHT OF 10.0 METERS WAS ENTERED.

BUOY. FLUX = 707.369 M**4/S**3; MOM. FLUX = 3909.215 M**4/S**2.

FINAL STABLE PLUME HEIGHT (M) = 229.3
 DISTANCE TO FINAL RISE (M) = 147.6

TERR HT (M)	DIST (M)	*VALLEY 24-HR CALCS*			**SIMPLE TERRAIN 24-HR CALCS**			
		MAX 24-HR CONC (UG/M**3)	CONC (UG/M**3)	PLUME HT ABOVE STK BASE (M)	CONC (UG/M**3)	PLUME HT ABOVE STK HGT (M)	SC	U10M USTK (M/S)
100.	1300.	3.196	.4557	229.3	3.196	69.1	4	20.0 26.8
100.	1400.	3.235	.4380	229.3	3.235	69.1	4	20.0 26.8
100.	1500.	3.238	.4231	229.3	3.238	69.1	4	20.0 26.8
100.	1600.	3.214	.4103	229.3	3.214	69.1	4	20.0 26.8
100.	1700.	3.160	.3995	229.3	3.160	69.1	4	20.0 26.8
100.	1800.	3.091	.3901	229.3	3.091	69.1	4	20.0 26.8
100.	1900.	3.018	.3820	229.3	3.018	69.1	4	20.0 26.8
100.	2000.	2.943	.3750	229.3	2.943	69.1	4	20.0 26.8

SIMPLE TERRAIN INPUTS:

```

SOURCE TYPE           =          POINT
EMISSION RATE (G/S)  =          5.00000
STACK HEIGHT (M)     =          70.0000
STK INSIDE DIAM (M)  =          5.5000
STK EXIT VELOCITY (M/S) =          28.0000
STK GAS EXIT TEMP (K) =          423.0000
AMBIENT AIR TEMP (K) =          278.9000
RECEPTOR HEIGHT (M) =           .0000
URBAN/RURAL OPTION   =          RURAL
BUILDING HEIGHT (M)  =          20.0000
MIN HORIZ BLDG DIM (M) =          25.0000
MAX HORIZ BLDG DIM (M) =          50.0000
  
```

THE REGULATORY (DEFAULT) MIXING HEIGHT OPTION WAS SELECTED.
 THE REGULATORY (DEFAULT) ANEMOMETER HEIGHT OF 10.0 METERS WAS ENTERED.

BUOY. FLUX = 707.369 M**4/S**3; MOM. FLUX = 3909.215 M**4/S**2.

*** FULL METEOROLOGY ***

TABLA XL (continuación)

*** TERRAIN HEIGHT OF 0. M ABOVE STACK BASE USED FOR FOLLOWING DISTANCES ***

DIST (M)	CONC (UG/M**3)	STAB	U10M (M/S)	USTK (M/S)	MIX HT (M)	PLUME HT (M)	SIGMA Y (M)	SIGMA Z (M)	DWASH
1.	.0000	1	1.0	1.1	1802.6	1801.63	11.42	11.42	NO
100.	.1494E-05	5	1.0	2.0	10000.0	277.60	44.83	44.55	NO
200.	.4414E-02	5	1.0	2.0	10000.0	277.60	60.44	59.64	NO
300.	.4808E-02	5	1.0	2.0	10000.0	277.60	61.67	59.95	NO
400.	.5263E-02	5	1.0	2.0	10000.0	277.60	63.27	60.29	NO
500.	.5811E-02	5	1.0	2.0	10000.0	277.60	65.18	60.68	NO
600.	.5131E-01	3	20.0	24.3	148.8	147.85	65.80	40.13	NO
700.	.4625	1	3.0	3.4	648.2	647.21	178.67	232.88	NO
800.	1.515	1	3.0	3.4	648.2	647.21	199.50	300.86	NO
900.	2.580	1	3.0	3.4	648.2	647.21	219.93	379.55	NO

*** TERRAIN HEIGHT OF 50. M ABOVE STACK BASE USED FOR FOLLOWING DISTANCES ***

DIST (M)	CONC (UG/M**3)	STAB	U10M (M/S)	USTK (M/S)	MIX HT (M)	PLUME HT (M)	SIGMA Y (M)	SIGMA Z (M)	DWASH
900.	5.509	3	20.0	24.3	98.8	97.85	94.97	57.68	NO
1000.	5.868	3	20.0	24.3	98.8	97.85	104.47	63.40	NO
1100.	5.984	3	20.0	24.3	98.8	97.85	113.87	69.06	NO
1200.	5.937	3	20.0	24.3	98.8	97.85	123.18	74.68	NO
1300.	5.788	3	20.0	24.3	98.8	97.85	132.41	80.25	NO

DWASH= MEANS NO CALC MADE (CONC = 0.0)
 DWASH=NO MEANS NO BUILDING DOWNWASH USED
 DWASH=HS MEANS HUBER-SNYDER DOWNWASH USED
 DWASH=SS MEANS SCHULMAN-SCIRE DOWNWASH USED
 DWASH=NA MEANS DOWNWASH NOT APPLICABLE, X<3*LB

 * SUMMARY OF TERRAIN HEIGHTS ENTERED FOR *
 * SIMPLE ELEVATED TERRAIN PROCEDURE *

TERRAIN HT (M)	DISTANCE RANGE (M)	
	MINIMUM	MAXIMUM
0.	1.	900.
50.	900.	1300.

 *** REGULATORY (Default) ***
 PERFORMING CAVITY CALCULATIONS
 WITH ORIGINAL SCREEN CAVITY MODEL
 (BRODE, 1988)

TABLA XL (continuación)

<pre> *** CAVITY CALCULATION - 1 *** CONC (UG/M**3) = .0000 CRIT WS @10M (M/S) = 99.99 CRIT WS @ HS (M/S) = 99.99 DILUTION WS (M/S) = 99.99 CAVITY HT (M) = 26.30 CAVITY LENGTH (M) = 53.82 ALONGWIND DIM (M) = 25.00 </pre>	<pre> *** CAVITY CALCULATION - 2 *** CONC (UG/M**3) = .0000 CRIT WS @10M (M/S) = 99.99 CRIT WS @ HS (M/S) = 99.99 DILUTION WS (M/S) = 99.99 CAVITY HT (M) = 21.24 CAVITY LENGTH (M) = 33.33 ALONGWIND DIM (M) = 50.00 </pre>												
<p>CAVITY CONC NOT CALCULATED FOR CRIT WS > 20.0 M/S. CONC SET = 0.0</p>													
<p>***** END OF CAVITY CALCULATIONS *****</p>													
<p>***** *** SUMMARY OF SCREEN MODEL RESULTS *** *****</p>													
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: left;">CALCULATION PROCEDURE</th> <th style="text-align: center;">MAX CONC (UG/M**3)</th> <th style="text-align: center;">DIST TO MAX (M)</th> <th style="text-align: center;">TERRAIN HT (M)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>SIMPLE TERRAIN</td> <td style="text-align: center;">5.986</td> <td style="text-align: center;">1114.</td> <td style="text-align: center;">50.</td> </tr> <tr> <td>COMPLEX TERRAIN</td> <td style="text-align: center;">3.238</td> <td style="text-align: center;">1500.</td> <td style="text-align: center;">100. (24-HR CONC)</td> </tr> </tbody> </table>	CALCULATION PROCEDURE	MAX CONC (UG/M**3)	DIST TO MAX (M)	TERRAIN HT (M)	SIMPLE TERRAIN	5.986	1114.	50.	COMPLEX TERRAIN	3.238	1500.	100. (24-HR CONC)	
CALCULATION PROCEDURE	MAX CONC (UG/M**3)	DIST TO MAX (M)	TERRAIN HT (M)										
SIMPLE TERRAIN	5.986	1114.	50.										
COMPLEX TERRAIN	3.238	1500.	100. (24-HR CONC)										

TABLA XLI

Concentración máxima (mg/m³) de CO. Tiempo de promedio: 1 h

Zona	Concentración máxima (mg/m ³)
Río Turbio	0.00103
28 de Noviembre	0.00189
Julia Dufour	0.00174
Complejo Minero	0.00189

TABLA XLII

Concentración máxima total (mg/m³) de CO. Tiempo de promedio: 1 h

Zona	Concentración máxima total (mg/m ³)
Río Turbio	0.00303
28 de Noviembre	0.00189
Julia Dufour	0.00174
Complejo Minero	0.00749

TABLA XLIII

Concentración máxima (mg/m³) de CO y distancia (X_{máx}) (m) a la que se presenta.
Tiempo de promedio: 8 hs

Dirección del viento	Concentración máxima (mg/m ³)	X _{máx} (m)
N	0.00217	1087
NE	0.00664	1000
E	0.00326	1241
SE	0.00217	1087
S	0.00326	1241
SW	0.00395	1114
W	0.00395	1114
NW	0.00403	1500

TABLA XLIV

Concentración máxima total (mg/m^3) de CO y distancia ($X_{\text{máx}}$) (m) a la que se presenta.
Tiempo de promedio: 8 hs

Dirección del viento	Concentración máxima total (mg/m^3)	$X_{\text{máx}}$ (m)
N	0.00217	1087
NE	0.00664	1000
E	0.00326	1241
SE	0.00217	1087
S	0.00326	1241
SW	0.00395	1114
W	0.00395	1114
NW	0.00535	1500

TABLA XLV

Concentración máxima (mg/m³) de CO y distancia (Xmáx) (m) a la que se presenta, para cada clase de estabilidad (A, B, C, D, E, F) y velocidad del viento. Tiempo de promedio: 8 hs. Dirección del viento: norte

Velocidad del viento (m/s)	A		B		C		D		E		F	
	Cmáx (mg/m ³)	Xmáx (m)	Cmáx (mg/m ³)	Xmáx (m)	Cmáx (mg/m ³)	Xmáx (m)	Cmáx (mg/m ³)	Xmáx (m)	Cmáx (mg/m ³)	Xmáx (m)	Cmáx (mg/m ³)	Xmáx (m)
1.0	0.00102	1873	0.00046	9361			0.00001	18800			0.00011	18800
1.5	0.00141	1464	0.00062	6550			0.00003	18800			0.00011	18800
2.0	0.00173	1291	0.00076	5118	0.00052	11542	0.00005	18800	0.00042	18800	0.00012	18800
2.5	0.00198	1174	0.00089	4245	0.00062	9276	0.00009	18800	0.00039	18800	0.00012	18800
3.0	0.00217	1087	0.00100	3657	0.00071	7790	0.00014	18800	0.00037	18800	0.00012	18800
3.5			0.00110	3233	0.00080	6744	0.00019	18800	0.00035	18800		
4.0			0.00119	2911	0.00087	5970	0.00025	18800	0.00034	18800		
4.5			0.00127	2660	0.00094	5371	0.00030	18800	0.00032	18470		
5.0			0.00134	2457	0.00101	4898	0.00034	18800	0.00031	17601		
8.0					0.00130	3326	0.00052	11311				
10.0					0.00142	2814	0.00061	9248				
15.0					0.00159	2139	0.00077	6196				
20.0					0.00174	1752	0.00090	4643				

TABLA XLVI

Concentración máxima (mg/m³) de CO y distancia (Xmáx) (m) a la que se presenta, para cada clase de estabilidad (A, B, C, D, E, F) y velocidad del viento. Tiempo de promedio: 8 hs. Dirección del viento: este

Velocidad del viento (m/s)	A		B		C		D		E		F	
	Cmáx (mg/m ³)	Xmáx (m)	Cmáx (mg/m ³)	Xmáx (m)	Cmáx (mg/m ³)	Xmáx (m)	Cmáx (mg/m ³)	Xmáx (m)	Cmáx (mg/m ³)	Xmáx (m)	Cmáx (mg/m ³)	Xmáx (m)
1.0	0.00105	1853	0.00046	7880			0.00002	4459			0.00029	7880
1.5	0.00147	1439	0.00066	6323			0.00003	7880			0.00031	7880
2.0	0.00184	1263	0.00083	4885	0.00051	7880	0.00004	7880	0.00066	7880	0.00033	7880
2.5	0.00214	1143	0.00098	4009	0.00069	7880	0.00007	7880	0.00067	7880	0.00034	7880
3.0	0.00238	1054	0.00112	3417	0.00082	7114	0.00010	7880	0.00067	7880	0.00035	7880
3.5			0.00125	2990	0.00093	6079	0.00015	7880	0.00066	7880		
4.0			0.00138	2667	0.00104	5313	0.00021	7880	0.00065	7880		
4.5			0.00150	2413	0.00115	4724	0.00029	7880	0.00064	7880		
5.0			0.00161	2209	0.00125	4259	0.00037	7880	0.00063	7880		
8.0					0.00179	2719	0.00083	7880				
10.0					0.00209	2221	0.00105	6103				
15.0					0.00266	1600	0.00157	3646				
20.0					0.00326	1241	0.00216	2566				

TABLA XLVII

Concentración máxima (mg/m³) de CO y distancia (Xmáx) (m) a la que se presenta, para cada clase de estabilidad (A, B, C, D, E, F) y velocidad del viento. Tiempo de promedio: 8 hs. Dirección del viento: sudeste

Velocidad del viento (m/s)	A		B		C		D		E		F	
	Cmáx (mg/m ³)	Xmáx (m)	Cmáx (mg/m ³)	Xmáx (m)	Cmáx (mg/m ³)	Xmáx (m)	Cmáx (mg/m ³)	Xmáx (m)	Cmáx (mg/m ³)	Xmáx (m)	Cmáx (mg/m ³)	Xmáx (m)
1.0	0.00102	1873	0.00046	9361			0.00001	18800			0.00011	18800
1.5	0.00141	1464	0.00062	6550			0.00003	18800			0.00011	18800
2.0	0.00173	1291	0.00076	5118	0.00052	11542	0.00005	18800	0.00042	18800	0.00012	18800
2.5	0.00198	1174	0.00089	4245	0.00062	9276	0.00009	18800	0.00039	18800	0.00012	18800
3.0	0.00217	1087	0.00100	3657	0.00071	7790	0.00014	18800	0.00037	18800	0.00012	18800
3.5			0.00110	3233	0.00080	6744	0.00019	18800	0.00035	18800		
4.0			0.00119	2911	0.00087	5970	0.00025	18800	0.00034	18800		
4.5			0.00127	2660	0.00094	5371	0.00030	18800	0.00032	18470		
5.0			0.00134	2457	0.00101	4898	0.00034	18800	0.00031	17601		
8.0					0.00130	3326	0.00052	11311				
10.0					0.00142	2814	0.00061	9248				
15.0					0.00159	2139	0.00077	6196				
20.0					0.00174	1752	0.00090	4643				

TABLA XLVIII

Concentración máxima (mg/m³) de CO y distancia (Xmáx) (m) a la que se presenta, para cada clase de estabilidad (A, B, C, D, E, F) y velocidad del viento. Tiempo de promedio: 8 hs. Dirección del viento: sur

Velocidad del viento (m/s)	A		B		C		D		E		F	
	Cmáx (mg/m ³)	Xmáx (m)	Cmáx (mg/m ³)	Xmáx (m)	Cmáx (mg/m ³)	Xmáx (m)	Cmáx (mg/m ³)	Xmáx (m)	Cmáx (mg/m ³)	Xmáx (m)	Cmáx (mg/m ³)	Xmáx (m)
1.0	0.00105	1853	0.00046	7880			0.00002	4459			0.00029	7880
1.5	0.00147	1439	0.00066	6323			0.00003	7880			0.00031	7880
2.0	0.00184	1263	0.00083	4885	0.00051	7880	0.00004	7880	0.00066	7880	0.00033	7880
2.5	0.00214	1143	0.00098	4009	0.00069	7880	0.00007	7880	0.00067	7880	0.00034	7880
3.0	0.00238	1054	0.00112	3417	0.00082	7114	0.00010	7880	0.00067	7880	0.00035	7880
3.5			0.00125	2990	0.00093	6079	0.00015	7880	0.00066	7880		
4.0			0.00138	2667	0.00104	5313	0.00021	7880	0.00065	7880		
4.5			0.00150	2413	0.00115	4724	0.00029	7880	0.00064	7880		
5.0			0.00161	2209	0.00125	4259	0.00037	7880	0.00063	7880		
8.0					0.00179	2719	0.00083	7880				
10.0					0.00209	2221	0.00105	6103				
15.0					0.00266	1600	0.00157	3646				
20.0					0.00326	1241	0.00216	2566				

TABLA XLIX

Concentración máxima (mg/m³) de CO. Tiempo de promedio: 8 hs

Zona	Concentración máxima (mg/m³)
Río Turbio	0.00068
28 de Noviembre	0.00124
Julia Dufour	0.00115
Complejo Minero	0.00124

TABLA XL

Concentración máxima total (mg/m³) de CO. Tiempo de promedio: 8 hs

Zona	Concentración máxima total (mg/m³)
Río Turbio	0.00200
28 de Noviembre	0.00124
Julia Dufour	0.00115
Complejo Minero	0.00494