

Capítulo 5

Línea de Base Ambiental

Estudio de Impacto Ambiental para la Fase de Operación de la Central Térmica Río Turbio (CTRT)

Ciudad Autónoma de Buenos Aires – Santa Cruz

Abril de 2023

Índice

1. Medio físico	4
1.1. Geología y geomorfología	4
1.1.1. Unidades geológicas aflorantes en la región	4
1.1.2. Depósitos cuaternarios	7
1.1.3. Estructura	15
1.1.4. Geomorfología	15
1.1.5. Geología local correspondiente al área del Repositorio de Disposición final de Cenizas.....	25
1.1.6. Sismología	29
1.1.7. Edafología.....	35
1.1.8. Transformación del terreno.....	55
1.2. Climatología	59
1.2.1. Generalidades	59
1.2.2. Caracterización a considerar	60
1.2.3. Caracterización climática local.....	68
1.2.4. Otros fenómenos meteorológicos significativos	76
1.2.5. Tendencia	77
1.3. Hidrología e hidrogeología	79
1.3.1. Hidrología: introducción	79
1.3.2. Hidrología: caracterización morfológica de los cuerpos de agua superficial.....	80
1.3.3. Hidrología: uso actual y potencial.....	87
1.3.4. Hidrología: caracterización físico química de los cuerpos de agua superficial.....	87
1.3.5. Hidrología: conclusiones	109
1.3.6. Hidrología: sedimentos.....	112
1.3.7. Hidrogeología: caracterización del área de estudio	120
1.3.8. Hidrogeología: uso actual y potencial del recurso hídrico subterráneo	122
1.3.9. Hidrogeología: caracterización físico química del recurso hídrico subterráneo	124
1.3.10. Hidrogeología: conclusiones	152
1.3.11. Explotación.....	153
2. Medio biótico	165
2.1. Vegetación	165
2.1.1. Condiciones del medio físico que determinan la flora.....	167
2.1.2. Estudios de flora y comunidades vegetales	168
2.1.3. Estado de conservación de la vegetación	171
2.1.4. Zonas de Vegetación.....	172
2.1.5. Diversidad de las comunidades vegetales	180
2.1.6. Estado actual de los ecosistemas.....	181
2.2. Fauna	182
2.2.1. Anfibios	184
2.2.2. Reptiles	188
2.2.3. Aves.....	195
2.2.4. Mamíferos	210
2.2.5. Fitoplancton.....	216
2.2.6. Zooplancton	222
2.2.7. Bentos.....	225
2.2.8. Peces.....	228

2.3. Áreas de especial interés ambiental	235
2.3.1. Áreas naturales protegidas	235
2.3.2. Zona de glaciares o periglaciares	241
2.3.3. Grandes humedales	242
2.4. Sensibilidad ambiental	244
2.4.1. Metodología de evaluación de la sensibilidad ambiental	244
2.4.2. Análisis de sensibilidad en función del uso del suelo y desarrollo humano	245
2.4.3. Análisis de sensibilidad arqueológica, cultural y social	249
2.4.4. Análisis de sensibilidad por presencia de pasivos ambientales	249
2.4.5. Análisis de sensibilidad geológica	249
2.4.6. Análisis de sensibilidad en función de la vegetación y ecosistemas	252
2.4.7. Análisis de sensibilidad ambiental final	254
2.4.8. Experiencias de restauración del bosque nativo en el sitio Mina Uno	256
2.5. Arqueología y paleontología	265
2.5.1. Arqueología	265
2.5.2. Paleontología	279
3. Paisaje	283
4. Medio socioeconómico	286
4.1. Localidades principales	286
4.2. Desarrollo histórico de los asentamientos	292
4.3. Población	294
4.3.1. Distribución de la población por edad y género	295
4.3.2. Situación habitacional	296
4.3.3. Situaciones de privación	298
4.4. Educación	300
4.5. Salud	305
4.5.1. Cobertura de salud	306
4.5.2. Infraestructura de salud	307
4.6. Infraestructura y servicios	308
4.7. Estructura económica y empleo	312
4.7.1. Características laborales	312
4.7.2. Situación productiva	315
4.8. Sector energético	322
4.8.1. Introducción	322
4.8.2. El carbón en el mundo	327
4.8.3. El carbón en Argentina	330
4.8.4. Sector eléctrico	331
4.8.5. CTRT: un proyecto estratégico	337
4.8.6. Fuentes primarias	341
4.9. Estudios sociales	347
4.9.1. Test de actitudes y encuesta de opinión (2011)	347
4.9.2. Estudio de cohesión del ejido social (2011)	350
4.9.3. Análisis de la conflictividad socio ambiental (2011)	352
4.9.4. Conclusiones del censo acuático y ripario (2018)	354

1. Medio físico

1.1. Geología y geomorfología

El área de estudio se ubica en la zona transicional entre la Meseta Patagónica Austral y la Cordillera Patagónica Austral, segmento sur (Leanza, 1972), la cual se caracteriza por la presencia del Batolito Patagónico aflorante principalmente en el sector chileno. Si bien la Cordillera Patagónica Austral presenta depósitos marinos cretácicos y cenozoicos, en el sector de estudio solo afloran estos últimos, tanto paleógenos, neógenos como cuaternarios.

Con el fin de caracterizar geológicamente la comarca en la cual se localiza la CTRT, se ha considerado relevar la cuenca superior del río Turbio desde la ciudad homónima hasta el sector de implantación de la Central Termoeléctrica.

En dicha zona afloran las unidades clásticas marino-continuales de edad paleógena correspondientes a las Formaciones Río Turbio y Río Guillermo, la Formación La Escondida de edad oligo-miocena y la Formación Santa Cruz de edad miocena. Las unidades cuaternarias corresponden a depósitos poco consolidados glaciares pleistocenos, glaciares y glaciares pleistocenos-holocenos, de remoción en masa holocenos y aluviales holocenos actuales.

La estructura regional es producto de la compresión andina, la que afecta a las unidades geológicas aflorantes generando 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, mientras que para la Formación Santa Cruz no superan los 5° en los faldeos occidentales de la meseta Latorre (SEGEMAR, 2008).

1.1.1. Unidades geológicas aflorantes en la región

Formación Río Turbio (Feruglio, 1938)

La Formación Río Turbio se compone de rocas sedimentarias de edad paleógena aflorantes principalmente en la margen este del arroyo Primavera, margen sur del arroyo San José y ambos márgenes del río Turbio antes de su conexión con el arroyo San José. Cabe destacar que la ciudad de Río Turbio se ubica sobre esta formación geológica (Figura 1). Es una secuencia alternante marino-continental portadora de bancos de carbón. Hünicken (1955) la divide en dos secciones, siendo la inferior la que aflora en la sierra Dorotea, con una potencia de 290 m aproximadamente y compuesta por conglomerados y areniscas medianas a gruesas, pardo amarillentas, y niveles con invertebrados fósiles intercalados con otros con abundante tafoflora. 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 (SEGEMAR, 2008). 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. Esta unidad se dispone de manera homoclinal con una orientación predominante norte-sur e inclinaciones que oscilan entre los 12° y 15°, y se encuentra afectada por pequeñas fallas de escaso rechazo.

El ambiente de sedimentación interpretado por Hünicken (1955) correspondería a un ambiente límnico litoral en el cual alternaron facies marinas y continentales.

De acuerdo con la zonación micropaleontológica Malumián y Panza (2000), asignan edades del post Paleoceno y pre Eoceno superior, por su relación estratigráfica para el miembro inferior, mientras que para el miembro superior la edad de sedimentación sería Eoceno medio superior a Eoceno superior.

La base de esta formación aflora al oeste de la zona de estudio, donde se apoya en discordancia sobre la Formación Dorotea según Malumián y Carames (1997). Sin embargo, este contacto no aflora en la zona analizada.



Imagen Nº 1. Vista al noreste donde se observan los afloramientos de la Formación Río Turbio donde se encuentra emplazada la ciudad homónima

Fuente: elaboración propia en base a UTN (2011 y 2015).

Formación Río Guillermo (Hünicken, 1955)

Esta unidad está compuesta por sedimentitas continentales que se apoyan por encima de la Formación río Turbio en la Sierra Dorotea.

La unidad está integrada por una secuencia alternante de conglomerados finos a gruesos y areniscas medianas a gruesas y, en menor medida limolitas y arcilitas de coloraciones pardas amarillentas a gris verdosas. Los conglomerados son polimícticos con clastos redondeados a subredondeados de volcanitas y metamorfitas. Además, son frecuentes los restos de troncos silicificados. La misma ha sido depositada como producto de un fluvial de alta energía, desarrollado en un clima templado como lo demuestra la flora existente.

La relación estratigráfica con la unidad infrayacente es una superficie de discordancia erosiva bien definida, que se observa en la sierra Dorotea mediante la presencia de un conglomerado basal.

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

Formación Río Leona (Malumián y Panza, 2000)

Originalmente, definida como Formación La Escondida por Danderfer, (1981) está constituida por dos secuencias. Una inferior que corresponde a depósitos continentales y otra superior que pertenece a depósitos de ambiente marino, la primera de ellas es la Formación río Leona la cual se tomará en el presente trabajo.

La Formación río Leona aflora saltuariamente al este del río Turbio entre Julia Dufour y 28 de Noviembre. Apoya de manera discordante sobre la Formación río Guillermo, y presenta un espesor de 203 m medidos sobre el arroyo Oro. Desde ese contacto hacia el techo se extiende un conglomerado basal de 10 m de potencia que continúa con areniscas medianas y finas, tobas, areniscas, arcillitas carbonosas y niveles de carbón.

Se interpretan estos depósitos como de un ambiente fluvial de variable energía que grada desde cursos de hábito entrelazado a pantanos y lagunas. La edad interpretada en base a relaciones estratigráficas para esta unidad es Eoceno superior - Oligoceno inferior (Olivero y Malumian, 1999).

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, donde mayoritariamente los afloramientos se encuentran cubiertos por coluvio. La unidad es predominantemente clástica, con importante participación de sedimentos piroclásticos. Está constituida por areniscas, arcillitas y tobas con algunos niveles conglomerádicos de colores blanquecinos a gris amarillento. Furque y Caballé (1993) estimaron un espesor de 220 metros para esta unidad.

La base de esta unidad se encuentra cubierta y el techo es ocupado mediante una discordancia erosiva por la Formación Cordillera Chica (o “rodados patagónicos”) que corresponden al primer nivel de agradación pedemontana.

Se interpreta a esta unidad como de origen fluvial, con características propias de planicie aluvial distal. La presencia de intercalaciones piroclásticas son indicativas de vulcanismo coetáneo en la Cordillera Patagónica, la que a su vez funcionaba como el área de aporte (Malumián y Panza, 2000). Estos mismos autores asignaron a la Formación Santa Cruz, a la transición del Mioceno inferior al medio, sobre la base de dataciones que arrojaron edades de $16,34 \pm 0,35$ Ma y $16,50 \pm 0,59$ Ma.

1.1.2. Depósitos cuaternarios

Los depósitos cuaternarios cubren parcial o totalmente a los depósitos infrayacentes descriptos alcanzando gran extensión areal en la zona estudiada. En función de los procesos que le dieron origen es posible diferenciar cuatro unidades principales compuestas por depósitos glaciarios, depósitos glacifluviales y glacilacustres, depósitos aluviales y de remoción en masa.

Depósitos glaciarios (Pleistocenos)

En la zona del presente trabajo, los depósitos glaciarios son los que alcanzan mayor representación areal e importancia. Conforman un conjunto heterogéneo de depósitos de till glaciario de diferentes tipos (imágenes 2 y 3), con intercalaciones que indican una mayor participación de agua. 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, los cuales están compuestos por bloques y gravas inmersos en una matriz areno-gravosa a areno-limosa, carentes de estructuras y mal seleccionados. En algunos casos se observan estructuras convolutas y cadilitos.



Imagen Nº 2. Fotografía donde se observa la morfología de depósitos glaciarios y un bloque errático
Fuente: elaboración propia en base a UTN (2011 y 2015).



Imagen N° 3. Detalle de intercalación de depósitos glaciarios y glacifluviales. Nótese la granulometría de los depósitos, donde la secuencia inferior posee bloques inmersos en una matriz areno-limosa, por encima secuencias laminadas y con estructuras de corriente y por encima gravas laminadas
Fuente: elaboración propia en base a UTN (2011 y 2015).

Depósitos glacifluviales y glacialacustres indiferenciados (pleistocenos - holocenos)

Las acumulaciones glacifluviales y glacialacustres tienen un notable desarrollo en la cuenca del río Turbio. Se presentan como secuencias clásticas de granulometría variable, con tamaños que van desde limo-arcillosos, arenas finas, medianas y gruesas, hasta gravas gruesas.

Las características de esta secuencia clástica, pueden ser claramente observadas en los cortes artificiales que se localizan en diversas canteras, desde donde se realizan extracciones de áridos. Aquella ubicada sobre el lateral oeste del valle del río Turbio, en las cercanías del límite norte de la localidad de 28 de Noviembre, se observa una acumulación de gravas y arenas de variable granulometría que alcanzan un espesor total de 20 metros. En esta localidad, situada en las coordenadas S 51° 34'46" y W 72° 12' 50", se observa un perfil expuesto que se describe a continuación:

Se observa de techo a base un nivel de suelo (imagen 4) de entre 40 y 50 cm de espesor, color pardo oscuro, integrado por limos y arenas finas, entre las que se observan algunos clastos aislados de gravas de hasta 5 cm de diámetro. Por debajo, se observa un conglomerado polimíctico matriz sostenido con una potencia máxima de 6 m. Las gravas son subredondeadas, y presentan imbricación por sectores que define corrientes tractivas hacia el cuadrante sur.



Imagen Nº 4. Detalle del perfil expuesto de los depósitos glaciales en la cantera. Se observa el desarrollo de suelos en el sector superior (40-50 cm.) y por debajo un espeso nivel de conglomerados polimícticos matriz sostenidos

Fuente: elaboración propia en base a UTN (2011 y 2015).

Las gravas de mayor tamaño se localizan en la zona central del paquete y llegan a tener un tamaño máximo de 20 cm de diámetro, mientras que las fracciones granulométricas más abundantes tienen diámetros de entre 10 y 5 cm de diámetro. Por su parte las gravas de menor tamaño tienen un diámetro medio de 0,5 cm. La estructura es del tipo clasto sostenido con una matriz arenosa.

El conglomerado presenta una tenacidad diferencial al alternar niveles con buena cementación carbonática con otros de baja coherencia en los cuales el cemento está ausente. Esta característica da lugar a un bandeamiento gris claro en las zonas cementadas (imagen 6).



Imagen N° 5. Detalle del conglomerado polimíctico con intercalación de bancos carbonáticos cementados

Fuente: elaboración propia en base a UTN (2011 y 2015).



Imagen N° 6. Fotografía de detalle del conglomerado con una lente de cementación carbonática

Fuente: elaboración propia en base a UTN (2011 y 2015).

Estos bancos corresponden a depósitos glaciafluviales generados por corrientes tractivas de alta energía correspondientes a ríos entrelazados ubicados por delante de frentes glaciares.

La base de estos bancos conglomerádicos es erosiva en relación a los bancos subyacentes en donde se desarrolla una acumulación de 6 m de espesor compuesto por bancos de arenas gruesas, medianas, finas y limos subordinados, que presentan una laminación planar y entrecruzada en algunos sectores, lo que se interpreta como ambiente de acumulación fluvial y deltaica respectivamente (imagen 7).



Imagen Nº 7. Fotografía de detalle donde se observa el contacto de la base de los conglomerados observados en la imagen 6 con los bancos arenosos con estratificación paralela y entrecruzada tabular planar y en artesa

Fuente: elaboración propia en base a UTN (2011 y 2015).

Por debajo de estos 6 metros de granulometría fina a mediana descripta se ubican una serie de bancos de conglomerados que se alternan con otros de arenas gruesas con lentes de conglomerado (imagen 8).

En los sectores más bajos y orientales, entre las cotas de los 300 m y 250 m, se observan depósitos glaciafluviales actualmente aterrizados. En las proximidades a la ciudad de 28 de Noviembre, también se observan terrazas que alcanzan cotas de 300, 290 y 270m, unos 100 a 70 m por encima de la llanura aluvial actual del Río Turbio.

En diversos sectores que exponen estos depósitos se observan que están relacionados a un origen glaciafluvial (imagen 9) compuesto por granulometrías que varían desde gravas gruesas, arenas gruesas y medianas y otros de origen glacialacustre que presentan granulometrías finas

con presencia de varves.



Imagen N° 8. Fotografía de detalle donde se observa la base de la columna descrita formado por bancos de arenas gruesas y lentes de gravas

Fuente: elaboración propia en base a UTN (2011 y 2015).



Imagen N° 9. Fotografía de detalle donde se observan depósitos de arenas y gravas con estratificación entrecruzada típica de depósitos glaci-fluviales

Fuente: elaboración propia en base a UTN (2011 y 2015).

Depósitos aluviales, aterrazados y de conos aluviales (holocenos - actuales)

Se localizan en diversos sectores de la zona de estudio, observándose principalmente en las terrazas inferiores y más cercanas a los cursos fluviales, sumado a las planicies de inundación de los ríos actuales y arroyos de mayor entidad y finalmente los asociados con conos aluviales de ríos tributarios de importancia menor.

Los depósitos de terraza tienen granulometrías variables que van desde gravas gruesas, medianas y finas a arenas, limos y, eventualmente, arcillas, destacándose que las granulometrías dominantes en los cortes observados son las arenas y limos, mientras que las gravas se localizan en la base de las exposiciones. Las mejores manifestaciones de estas acumulaciones pueden observarse en los cortes fluviales que el río Turbio labró sobre ellas (imagen 10).



Imagen Nº 10. Fotografía de detalle donde se exponen los depósitos de terraza aluvial de 3 m. del río Turbio. Se observan depósitos conglomerádicos en la base y de arenas gruesas hacia la parte superior
Fuente: elaboración propia en base a UTN (2011 y 2015).

Por su parte, los depósitos aluviales se desarrollan en las planicies aluviales actuales y alcanzan el mejor desarrollo a lo largo del río Turbio aunque, con menor presencia, también se las observa en los cursos fluviales de menor jerarquía. Se destaca que solo en el río Turbio están presentes las gravas, con granulometrías que van de gruesas a finas producto de ser el curso fluvial principal (imagen 11).

De acuerdo a lo observado en los cortes que el río Turbio labró sobre las acumulaciones de terraza inferior, se verifica que gran parte de las gravas que tiene su planicie de inundación provienen de la erosión de las gravas basales de esas acumulaciones.



Imagen N° 11. Vista al este de la planicie de inundación del río Turbio desde el puente de la Ruta 40 en inmediaciones de Julia Dufour

Fuente: elaboración propia en base a recopilación de antecedentes Segemar (2008), Serman y Asoc. (2008) y UTN (2011 y 2015).

Depósitos de remoción en masa (Holocenos - actuales)

Los depósitos de remoción en masa tienen un marcado desarrollo en la mayor parte de la comarca relevada. Se sitúan preferencialmente sobre las pendientes de los valles principales, especialmente las que marginan al río Turbio y a los arroyos San José y Primavera.

Son acumulaciones de diverso volumen tamaño y granulometría, característica que depende del proceso involucrado, la litología y el grado de fracturación y meteorización de la roca que fue afectada. Los procesos de remoción más comunes son los deslizamientos rotacionales y expansiones laterales que se hallan preferencialmente en las pendientes más escarpadas de los valles mayormente profundizados y afectando a las unidades cenozoicas.

También se observan depósitos asociados a caídas de rocas desde las crestas de las cuestas homoclinales, y a flujos de detritos encauzados y no encauzados, donde en los cortes naturales de los valles se observan los depósitos asociados a ellos. Esto último se puede observar en el corte de la escarpa perteneciente a la terraza aluvial (imagen 12) que se sitúa en las cercanías de la planta de transmisión radial AM 620 (S 31° 51' 52" – W 72° 15' 28").



Imagen N° 12. Detalle de la escarpa de erosión de la terraza aluvial donde se observan depósitos en la parte inferior de un flujo de detritos con restos de troncos que fueron arrastrados a lo largo del cauce.

Fuente: elaboración propia en base a UTN (2011 y 2015).

1.1.3. Estructura

La estructura general del área es suave y corresponde a la de un homoclinal de rumbo general meridional, con valores de inclinación al este que no sobrepasan los 20°. Este suave plegamiento corresponde a un flanco de un amplio anticlinal cuyo eje se ubica al oeste en territorio chileno. La estructura presente en territorio argentino varía progresivamente su inclinación hacia el este de tal forma que en la margen oriental del área relevada las inclinaciones raramente sobrepasan los 7°. Incluso en este sector se desarrollan varios plegamientos similares que conforman suaves anticlinales y sinclinales.

Por su parte, las estructuras de fracturación tienen poco desarrollo. Malumian y Panza (2000) indican la presencia de una falla cubierta situada a lo largo del arroyo San José, desde el Hito 79 hasta el lago del Dique, de rumbo N 60° Oeste. Fallas menores con rechazos que van desde los 3 m a los 10 m fueron reconocidas en las labores del yacimiento río Turbio.

1.1.4. Geomorfología

Luego del alzamiento de la cordillera al oeste de la región generada principalmente por la tectónica andina, la secuencia clástica que se localiza en la cuenca del río Turbio comenzó a ser erosionada por un vigoroso ciclo fluvial, el que labró los sistemas de valles principales que se observan actualmente. Esta evolución fluvial ancestral estuvo intensamente controlada por la estructura y las características sedimentológicas de las formaciones geológicas erosionadas. Posteriormente, la región fue afectada por una serie de glaciaciones y estadios interglaciarios que modificaron parcialmente las características geomórficas previas. Con el retiro de glaciares en la última glaciación, la evolución del paisaje fue dirigida fundamentalmente por dos procesos: el fluvial, que transformó especialmente el piso de los valles principales al generar niveles de terrazas, y la remoción en masa que modificó las pendientes de los valles.

De esta forma, como resultado de la evolución geomórfica referida, han quedado evidencias de cada una de las etapas referidas, situación que permite reconocer cuatro unidades principales de paisaje: Paisaje Estructural, Paisaje Glacigénico, Paisaje de Remoción en Masa y Paisaje Fluvial Postglacial. Sus descripciones se realizan a continuación.

Paisaje Estructural

La geomorfología que está presente en la comarca muestra un fuerte control estructural, el que está claramente asociado con la secuencia Paleógena-Neógena y la deformación que a ésta le imprimió la tectónica andina.

La existencia de bancos resistentes alternando con otros de menor tenacidad y la disposición estructural que adoptan, desde un homoclinal al oeste hasta una disposición subhorizontal al este, dio lugar a un paisaje de Cuestas y Mesetas respectivamente.

Las cuestas son rápidamente reconocidas por la asimetría que este tipo de forma le confieren a cada unidad serrana considerada, la que tiene una pendiente de inclinación tendida al este y abrupta en el oeste. En las cuestas identificadas se pueden establecer claramente tres aspectos característicos:

- (i) el Reverso, que es la pendiente oriental controlada por el banco duro y cuya evolución está regida por procesos fluviales y, eventualmente, remoción en masa según movimientos rápidos del tipo deslizamiento traslacional o caída de rocas;
- (ii) el Frente, que es la pendiente occidental abrupta, regulada fundamentalmente por procesos de remoción en masa y, en forma secundaria, por procesos fluviales;

(iii) la Cumbre o Cresta superior, que representa la divisoria de aguas local.

Entre las cuestras más importantes y representativas se destacan la que sirve de fundación para la planta urbana de la ciudad de Río Turbio, y la que se localiza al norte de ésta. Analizada la primera en detalle, se determina que la ciudad fue construida sobre el Reverso de la cuestra, superficie controlada en su inclinación por el banco duro, mientras que en el borde norte y oeste se extiende la Cumbre o Cresta, aspecto que limita el crecimiento urbano en estas direcciones.

Hacia el este, el paisaje de cuestras grada progresivamente al de mesetas debido a la caída en la inclinación de la estructura de plegamiento (imagen 13).



Imagen Nº 13. Vista al noreste donde se observa la cresta y la paulatina disminución en la inclinación de los estratos hasta llegar a una meseta en donde se emplaza la ciudad de Río Turbio.

Fuente: elaboración propia en base a recopilación de antecedentes Segemar (2008), Serman y Asoc. (2008) y UTN (2011 y 2015).

Paisaje glacigénico

La siguiente morfología destacable la representan las acumulaciones glaciarias, las que se manifiestan según tres tipos principales:

- a) Crestas morénicas angostas dispuestas en series apretadas, apoyadas sobre los laterales del valle del río Turbio y arroyos de mayor importancia.
- b) Morenas basales, que cubren la mayor parte del paisaje aunque respetando sus lineamientos originales más destacados.
- c) Planicies glacifluviales y glacilacustres.

Debido a la dinámica que tuvieron los glaciares que se desplazaron sobre el paisaje previo, las crestas morénicas son del tipo compuesto y complejo, al estar integradas de till alojado, till de ablación, till de flujo, depósitos glacilacustres y glacifluviales, estando el conjunto indicado deformado y sobrecorrido por efectos de un nuevo empuje del glaciar.

Por su parte, las morenas basales son en general de poco espesor y cubren el paisaje previo sin modificar severamente los lineamientos geomórficos preglaciarios. En las superficies mesetiformes, estas acumulaciones propician un paisaje suavemente ondulado, facilitando la ocurrencia de cuencas pandas cerradas que acumulan agua formando lagunas que pueden interconectarse. En estas áreas se observan además, abundantes bloques de tamaño métrico

de litologías exóticas que afloran en la región Oriental de la faja andina.

También se destacan las terrazas glacifluviales relacionadas con el agua de ablación, especialmente las vinculadas con el último episodio glaciario que afectó a la región y que dejó en los niveles inferiores del valle una serie de planicies de variable desarrollo. Otras acumulaciones de este tipo se localizan en los niveles medios y superiores del valle como terrazas kame. En algunas secciones se adosan en forma precaria sobre los laterales de los valles o marginalmente a cordones morénicos parcialmente aterrazados, situación que da lugar a una fuerte inestabilidad de las pendientes, la que se resuelve a partir de procesos de remoción en masa de variada tipología.

Paisaje de remoción en masa

Con posterioridad a la Última Glaciación, el paisaje remanente fue afectado por movimientos de remoción en masa y por la erosión fluvial. Los movimientos de remoción en masa tempranos comenzaron a generalizarse en el ambiente perteneciente a las acumulaciones glaciogénicas que estaban apoyadas en las secciones medias y superiores de los valles englazados. Esta situación tuvo lugar cuando los glaciares que las sostenían lateralmente desaparecieron por ablación. Debido a que en la región son abundantes los factores internos y externos que propenden la inestabilidad de las pendientes, los movimientos de remoción en masa han continuado hasta el presente.

Las formas relacionadas con movimientos gravitacionales tienen una presencia muy destacada en todo el ámbito analizado. Se trata mayoritariamente de deslizamientos traslacionales, avalanchas de roca y caídas de roca, flujos con diverso estado de encauzamiento y geoformas compuestas y complejas donde deslizamientos rotacionales y expansiones laterales gradan a flujos distales.

Las características generales de los movimientos reconocidos en la comarca relevada se describen a continuación:

- a) **Deslizamientos Rotacionales:** los deslizamientos rotacionales han dado lugar a la existencia de bloques elongados denominados terrazuelas que se disponen especialmente en el nivel superior de las pendientes y rotan sus superficies. También están presentes en los niveles intermedios, aunque en este último sector son de menor tamaño y sus características geomórficas originales se encuentran parcialmente modificadas por la erosión y la removilización que han tenido desde su origen.

En la comarca analizada, los bloques deslizados son en general angostos y de limitada extensión longitudinal debido a que raramente se presentan fracturas semicirculares de gran desarrollo, tal como se puede observar sobre la pendiente este del valle del río Turbio, 6.3 km aguas arriba de su confluencia con el arroyo San José (imagen 14). En este sitio los bloques deslizados y rotados tienen una longitud máxima de 130 m y un ancho que no supera los 30 metros.



Imagen Nº 14. Detalle de imagen satelital donde se observa un deslizamiento rotacional en la ladera este del río Turbio.

Fuente: elaboración propia en base a UTN (2011 y 2015).

Las condiciones iniciales son las que condicionan el tipo de movimiento, siendo en este caso fallas locales, diaclasas, planos de estratificación, dureza variable de las secuencias clásticas movilizadas, granulometría de las sedimentitas, espesores de cada banco y naturaleza de los contactos entre unidades litológicas.

Luego del movimiento la pendiente presenta irregularidades pronunciadas que facilitan un mayor tiempo de residencia, e incluso la acumulación temporal, del agua de precipitación pluvial y la derivada de la ablación de la nieve. Debido a que estos cuerpos de agua están situados inmediatamente sobre el plano de falla curvo, ocurre que el agua contenida en la laguna puede drenar a lo largo del plano de falla y aflorar como manantiales en posiciones más bajas de la pendiente, específicamente en el sitio donde la falla curva vuelve a interceptar la superficie. Esta situación da lugar, dentro del macizo, a un incremento en la presión poral, factor interno que promueve la inestabilidad de la pendiente y su posterior caída. Además, luego del movimiento, las litologías afectadas presentan un mayor grado de fracturación y una pérdida substancial de la compactación y tenacidad original. Debido a esto, si bien después del movimiento de remoción en masa la pendiente alcanza una inclinación más baja, y por lo tanto una mejor estabilidad, otros factores internos y externos que no estaban presentes antes del suceso han aparecido luego del mismo, llevando los valores de inestabilidad a niveles superiores a los que existían antes de la caída.

Por esta causa, es muy común observar la recurrencia de movimientos de pendiente en áreas inicialmente afectadas por deslizamientos rotacionales, destacándose que las referidas removilizaciones se materializan en general como flujos que van desde no encauzados a encauzados.

También es probable que algunos movimientos que se inician como un deslizamiento rotacional, puedan llegar a culminar como un flujo denso en su sector distal, dependiendo esta situación del contenido de agua, características granulométricas, inclinación de la pendiente y grado de cementación de los componentes litológicos afectados por el evento. Esta podría ser la situación para los movimientos en masa complejos que se exponen en la sección baja de la margen este del río Turbio (imagen 15).



Imagen N° 15. Vista del lateral este del valle del río Turbio en su intersección con la ruta 293, donde se observa la topografía irregular producto de la deformación interna del material distal deslizado

Fuente: elaboración propia en base a UTN (2011 y 2015).

Diversos autores como Varnes (1978) indican para deslizamientos rotacionales típicos, velocidades de desplazamiento que van desde muy lentas (1.5 metros por año) a rápidas (9 metros por hora). Este valor debe considerarse como preliminar y orientativo ya que la real velocidad que podrían tener los bloques analizados sólo puede calcularse con precisión a partir de estudios específicos sobre este tema.

- b) Deslizamientos Traslacionales: estos movimientos tienen lugar cuando en el seno de las secuencias clásticas cenozoicas existen planos de debilidad o discontinuidad que pueden servir como superficie de despegue (horizontes estratigráficos, diaclasas, fallas, bancos arcillosos) que inclinan con valores menores a los de la pendiente, de tal forma que la interceptan. Bajo estas condiciones estructurales favorables, ante un disparador apropiado (sismo, precipitación pluvial torrencial, fusión rápida de nieve, etc.) el bloque superior se desliza sobre el plano de despegue mediante un movimiento traslacional. La existencia de un paisaje de cuevas es un condicionante favorable para que este tipo de movimiento tenga lugar en gran parte de la cuenca del río Turbio. Esta situación se observa, por ejemplo, en el reverso de la cuesta sobre la cual está fundada la ciudad de Río Turbio.

Tal como ocurre con los deslizamientos rotacionales, el material deslizado pierde rápidamente coherencia y continúa moviéndose como un flujo denso, razón por la cual estas geoformas se asemejan a flujos no encauzados (imagen 16).



Imagen N° 16. Detalle de imagen satelital donde se observa un movimiento compuesto en donde en la parte apical se desarrolla un deslizamiento rotacional que pierde cohesión aguas abajo transformándose en un flujo de detritos

Fuente: elaboración propia.

- c) Flujos de detritos: las geoformas de remoción en masa de este tipo se observan como fases distales de movimientos del tipo deslizamiento, tanto rotacional como traslacional. No obstante se reconocen sectores del valle en los cuales han tenido lugar flujos de detritos desarrollados a partir del material previamente deslizado rotacionalmente, lo que implica que sucedieron en momentos distintos y que su cicatriz de arranque proviene del depósito previamente deslizado (imagen 17).

Los flujos de detritos se generan en general a partir del desplazamiento de acumulaciones glaciogénicas inconsolidadas, o de depósitos de deslizamientos rotacionales o traslacionales previos, sin cementación y con baja compactación, adosadas sobre los laterales del valle. En su mayor parte se trata de till asociado con morenas marginales y acumulaciones glacialfluviales y glacialacustres.



Imagen N° 17. Detalle de imagen satelital donde se observa un flujo de detritos que posee su zona de arranque de material previamente deslizado rotacionalmente.

Fuente: elaboración propia.

En relación a las velocidades que pueden alcanzar estos eventos de remoción en masa, Varnes (1978) indica valores que van desde rápidos (18-20 metros por hora) a extremadamente rápidos (3 metros por segundo). Estas diferencias dependerán de las condiciones de encauzamiento, inclinación de la pendiente, porcentaje de agua en la mezcla, etc. Teniendo en cuenta las características granulométricas de los componentes líticos que se relacionan con los movimientos de este tipo detectados en la cuenca, la inclinación de la pendiente sobre las que se desplazaron, y su presencia en las acumulaciones de terraza aluvial del río Turbio (imagen 18), puede considerarse como más probable las velocidades extremadamente rápidas.



Imagen N° 18. Detalle de imagen satelital donde se observa flujos distales y un depósito de cenoglomerado producto de los mismos ubicado 2 km aguas arriba de la CTRT.

Fuente: elaboración propia.

- d) Formas complejas: en el estudio se reconocieron, además de movimientos relacionados con deslizamientos y flujos, formas complejas.

Factores promotores de Inestabilidad

Numerosos son los factores (naturales y antropogénicos) internos y externos que promueven la inestabilidad de las pendientes, destacándose como los de mayor influencia los externos e internos. Los primeros pueden ser la remoción del apoyo lateral o subyacente, producto de la deglaciación, la incisión fluvial, o corte del talud o depósitos de característica antropogénica.

Los factores internos se pueden enumerar de la siguiente manera:

- Bajo grado de cohesión interna por baja cementación de algunos bancos de las sedimentitas, que favorecen deslizamientos traslacionales, deslizamientos rotacionales y expansiones laterales.
- Bajo grado de cohesión interna por existencia de acumulaciones glaciogénicas inconsolidadas apoyadas sobre las pendientes de los valles, las que favorecen avalanchas de detritos y rocas, flujos parcialmente encauzados, torrentes de barro y

formas compuestas y complejas.

- Bajo grado de cohesión interna por incremento de la presión interna o presión poral. Plasticidad de algunos bancos de sedimentitas.
- Existencia de planos de discontinuidad tales como horizontes estratigráficos que, con inclinaciones más bajas a las de las pendientes, interceptan a estas promoviendo deslizamientos traslacionales.
- Características estratigráficas y estructurales de las secuencias paleógenas y neógenas que favorecen deslizamientos rotacionales y expansiones laterales.

Paisaje fluvial

El diseño fluvial general existente en la cuenca puede ser separado en dos tipos principales:

Enrejado dirigido, para la sección occidental, y dendrítico de densidad media a baja, para el sector oriental. Se han diferenciado, además, 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.

La acción fluvial postglacial dio lugar a la modificación parcial de los valles principales, especialmente en las secciones relacionadas con el piso de los cauces. De esta forma se establecieron

sobre ellos una serie de terrazas fluviales y planicies de inundación de desarrollo variable. Las más importantes se observan en el curso del río Turbio, el que tiene dos niveles de terrazas aluviales en las que se observa su planicie de inundación (imagen 19).

Una morfología similar presenta el arroyo San José en su curso superior (imagen 20) aunque en una escala más reducida. Sin embargo, en su curso medio e inferior, en este arroyo los rasgos morfológicos originales han sido profundamente modificados a partir del lago artificial y hasta su confluencia con el río Turbio, sección donde fue rectificado mediante canalizaciones y endicamientos (imagen 21).



Imagen N° 19. Fotografía donde se observan los distintos niveles de terrazas del río Turbio en la confluencia con el arroyo San José

Fuente: elaboración propia en base a UTN (2011 y 2015).



Imagen N° 20. Vista de la sección superior del arroyo San José con sus terrazas respectivas sin intervención antrópica

Fuente: elaboración propia en base a UTN (2011 y 2015).



Imagen N° 21. Imagen satelital donde se observa el arroyo San José en la sección modificada por el represamiento, la canalización y el endicamiento hacia el este

Fuente: elaboración propia.

El hábito de los cursos fluviales principales es variable. Para la sección sin modificar del arroyo San José el hábito es sinuoso como el que presenta el río Turbio, aguas arriba de su confluencia con el arroyo San José. Esta característica cambia aguas abajo de la referida confluencia, sitio a partir del cual pasa a tener un hábito entrelazado con secciones cortas en las cuales aumenta la sinuosidad hasta ser meandriforme. En esta sección fluvial es donde además, alcanza el mayor desarrollo de su planicie de inundación, la que llega a tener hasta 100 m de ancho. Se destaca finalmente, que la mayor inestabilidad de borde de canal se observa en esta última sección fluvial aumentando significativamente el peligro de erosión fluvial. El arroyo Primavera a partir de su paso por la estancia homónima en dirección sur, recibe pequeños aportes principalmente en la margen derecha, y donde el cauce ocupa un amplio valle, presentando un hábito anastomosado.

Se adjuntan un mapa geomorfológico (Anexo 1) de la zona de estudio, presentados en detalle en el capítulo 9, punto 13 Anexo, sección 6 Planos.

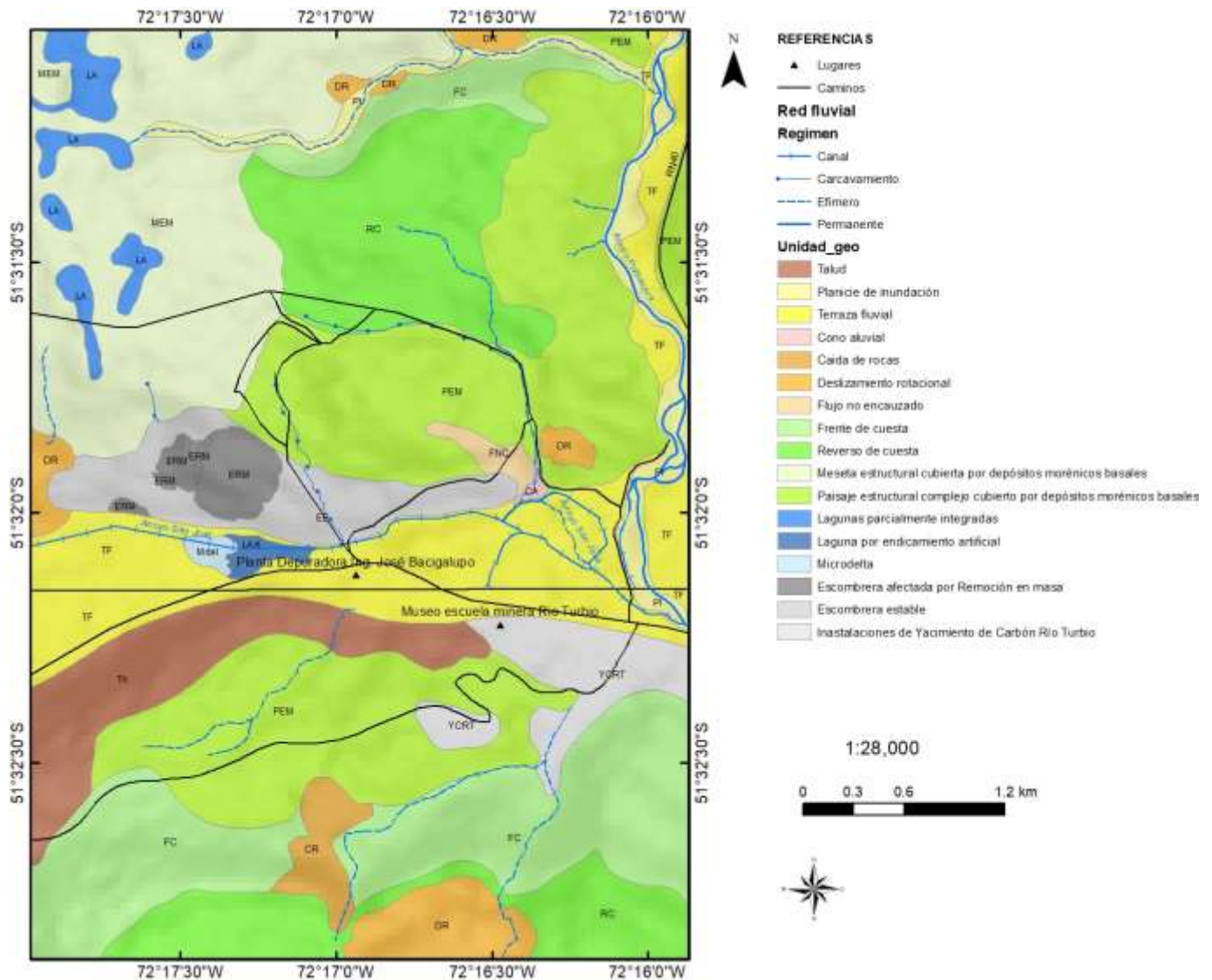


Imagen N° 22: Anexo N° 1. Mapa Geomorfológico de zona de estudio

Nota: véase en mayor detalle en Cap 9, Sección 13 Anexo, Apéndice 6.9.

Fuente: elaboración propia.

1.1.5. Geología local correspondiente al área del Repositorio de Disposición final de Cenizas

En el marco del presente capítulo de la caracterización geológica local se considerarán, además, las siguientes definiciones de riesgo y peligro:

Peligro (hazard): amenaza potencial a personas y/o bienes, asociado a las características propias del factor analizado (es intrínseco del factor).

Riesgo (risk): refiere a la posibilidad que eventos peligrosos produzcan consecuencias indeseables. Relaciona el factor peligroso con la posibilidad de generar una afectación.

Estratigrafía local

El área en la cual se sitúa la nueva Área de Repositorio de Disposición Final de Cenizas seleccionada se ubica dentro del predio industrial minero a aproximadamente 1500 m desde la planta depuradora en dirección sur. Inmediatamente al este del sitio se encuentra el arroyo

Pata de Caballo el cual presenta algunas vegas a lo largo de su curso (imagen 23).

El sitio se ubica sobre la Formación Río Turbio la cual presenta sus afloramientos visibles en forma de crestones de orientación este-oeste en el tope de la pendiente. Las partes más bajas se presentan principalmente con rasgos glaciarios erosivos y algunos depósitos saltuarios de acumulaciones de gravas y bloques mal seleccionados correspondientes a morenas basales.



Imagen Nº 23. Imagen satelital donde se observa la ubicación del Área de Repositorio de disposición final de cenizas según YCRT.

Fuente: elaboración propia.

Estructura local

La estructura que presenta el área de Repositorio de Cenizas es sencilla ya que en la misma se localizan, desde su extremo oeste hacia el este, una sucesión de suaves sinclinales y anticlinales cuyos flancos presentan valores de inclinación muy bajos, los que no superan los 6°. La poca inclinación y la sucesión de plegamientos de reducida importancia dan lugar a una planicie subhorizontal con mínima pendiente. El área de depósito seleccionada se sitúa específicamente en un flanco de un sinclinal con rumbo NNO donde la inclinación de los estratos es de 11° al oeste-suroeste.

Geomorfología local

El tope de la meseta es una planicie estructural generada por el arrasamiento erosivo de las unidades formacionales menos resistentes que se situaban sobre la Formación río Turbio. La mayor dureza de los bancos pertenecientes a esta formación ejerció un fuerte control estructural controlando la evolución del paisaje e impidiendo la generación de mayores irregularidades en el relieve. De todas maneras el valle del arroyo San José luego de ser labrado por la acción fluvial, fue afectado por las glaciaciones subsiguientes que generaron formas de erosión sobre los laterales del valle.

Se observan algunos depósitos saltuarios de morenas de fondo o till basal asociado con relictos de erosión que han sido preservados dada las irregularidades del terreno.

Hacia el tope de la ladera se observan escarpas rocosas con taludes activos y caídas de rocas que se observan ubicadas al pie del talud.

Peligro Geológico local

En el sector en donde se emplaza el Área de Repositorio o depósito seleccionada, se encuentra inmediatamente por debajo de un talud activo donde se evidencian caídas de rocas provenientes de la escarpa rocosa de la Formación Río Turbio que se encuentra por encima (imagen 24). También escurre hacia el este el arroyo Pata de Caballo, el cual presenta una vega con posible zona de anegamiento que podría verse afectada por algún ascenso del nivel o desborde repentino. Sumado a ello, hay evidencias de carcavamiento y erosión retrocedente hacia la cima en el arroyo.

Por lo tanto, existe un peligro a la erosión hídrica, y anegamiento por desborde del arroyo Pata de Caballo y en relación a la remoción en masa, se interpreta un peligro relacionado a la caída de rocas proveniente de los afloramientos ubicados en la cima.



Imagen Nº 24. Imagen satelital donde se observan los rasgos y procesos geomorfológicos activos que se desarrollan cerca del Área de Repositorio
Fuente: elaboración propia.

En cuanto al peligro sísmico y el peligro volcánico, los mismos son similares en toda la comarca. Sin embargo, las características geológicas, geomórficas y geotécnicas de este sitio se verían afectadas frente a un disparador sísmico relacionado a la caída de rocas en el sector mencionado.

A continuación se presenta un mapa geológico (Anexo 2) de la zona de estudio, presentados en detalle en el capítulo 9, punto 13 Anexo, sección 6 Planos.

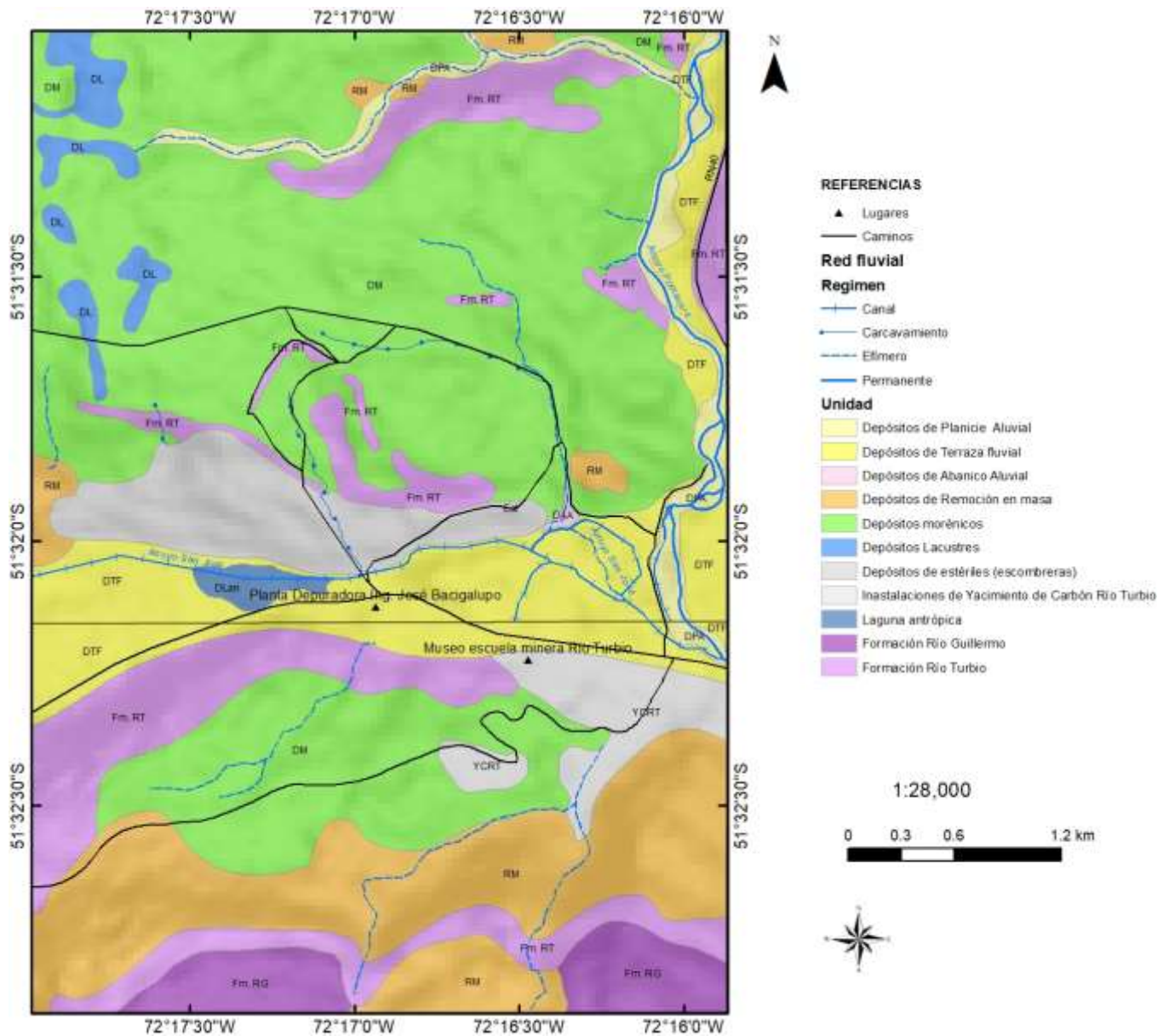


Imagen N° 25 - Anexo N° 2. Mapa Geológico de zona de estudio

Nota: véase en mayor detalle en Cap. 9, Sección 13 Anexo, Apéndice 6.8.

Fuente: elaboración propia.

1.1.6. Sismología

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 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° Latitud Sur, la subducción de la placa Antártica por debajo de la Sudamericana es ortogonal con dominio de mecanismos focales transcurrentes. Al Sur de los 52° Latitud Sur, el límite entre la placa de Scotia y la Sudamericana pasa a ser transcurrente (Ramos, 1999a). 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 en la cual 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 (Cuadro 2) mide la intensidad de los sismos en función de sus efectos destructores. Tiene doce clases (IXII) 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.

De acuerdo con los registros sísmicos proporcionados por el INPRES (Instituto Nacional de Prevención Sísmica), el área de estudio presenta sismos de entre 4 y 5 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 (Fuente: Serman y Asociados, 2006).

Conforme a la zonificación realizada por el INPRES, 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 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 mayores e iguales a VI en la escala de Mercalli (INPRES, 1977).

Cuadro N° 1. Escala de magnitudes de sismos Richter.

> 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

Fuente: elaboración propia en base a recopilación de antecedentes Segemar (2008), Serman y Asoc. (2008) y UTN (2011 y 2015).

Cuadro N° 2. Escala de magnitudes de sismos de Mercalli

Grado I	Sacudida sentida por muy pocas personas en condiciones especialmente favorables.
Grado II	Sacudida sentida solo 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 el 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.

Fuente: elaboración propia en base a recopilación de antecedentes Segemar (2008), Serman y Asoc. (2008) y UTN (2011 y 2015).

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.

El INPRES es el encargado de recopilar registros e información sísmica en la Argentina desde el 1 de enero de 1800. El cuadro 3 que se presenta a continuación es un extracto de los registros alrededor del área de estudio y la imagen 26 la distribución de los principales sismos en la región.

Cuadro N° 3. Registros sísmicos tomados entre 50° Latitud Sur y 53° Latitud Sur y 73° Latitud Oeste y 60° Latitud Oeste.

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			

Referencias: 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).

Fuente: UTN (2011 y 2015).

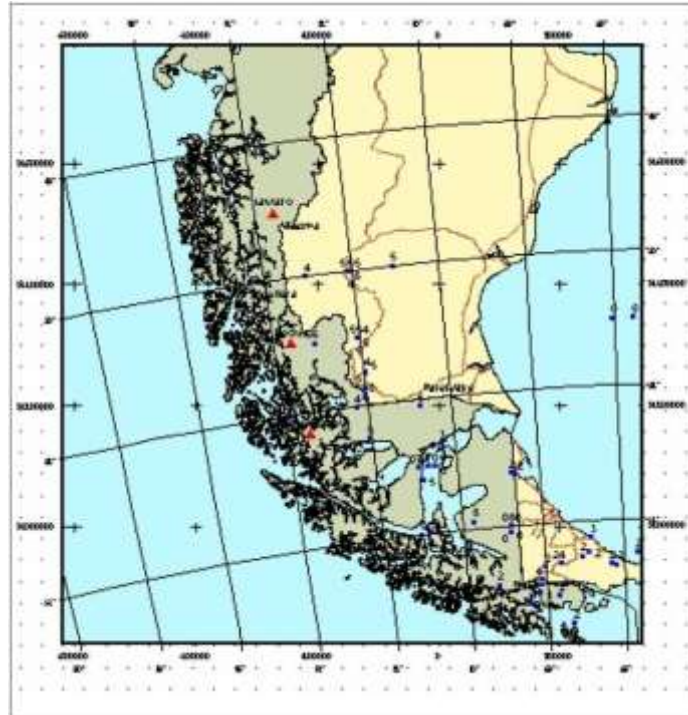


Imagen N° 26. Distribución de principales sismos en la región
Fuente: UTN (2011 y 2015).

A continuación, se presenta un mapa de zonificación sísmica con las cuatro zonas identificadas en base a la peligrosidad sísmica: 0 para peligrosidad muy reducida, 1 para reducida, 2 para peligrosidad sísmica moderada, 3 elevada y 4 muy elevada.

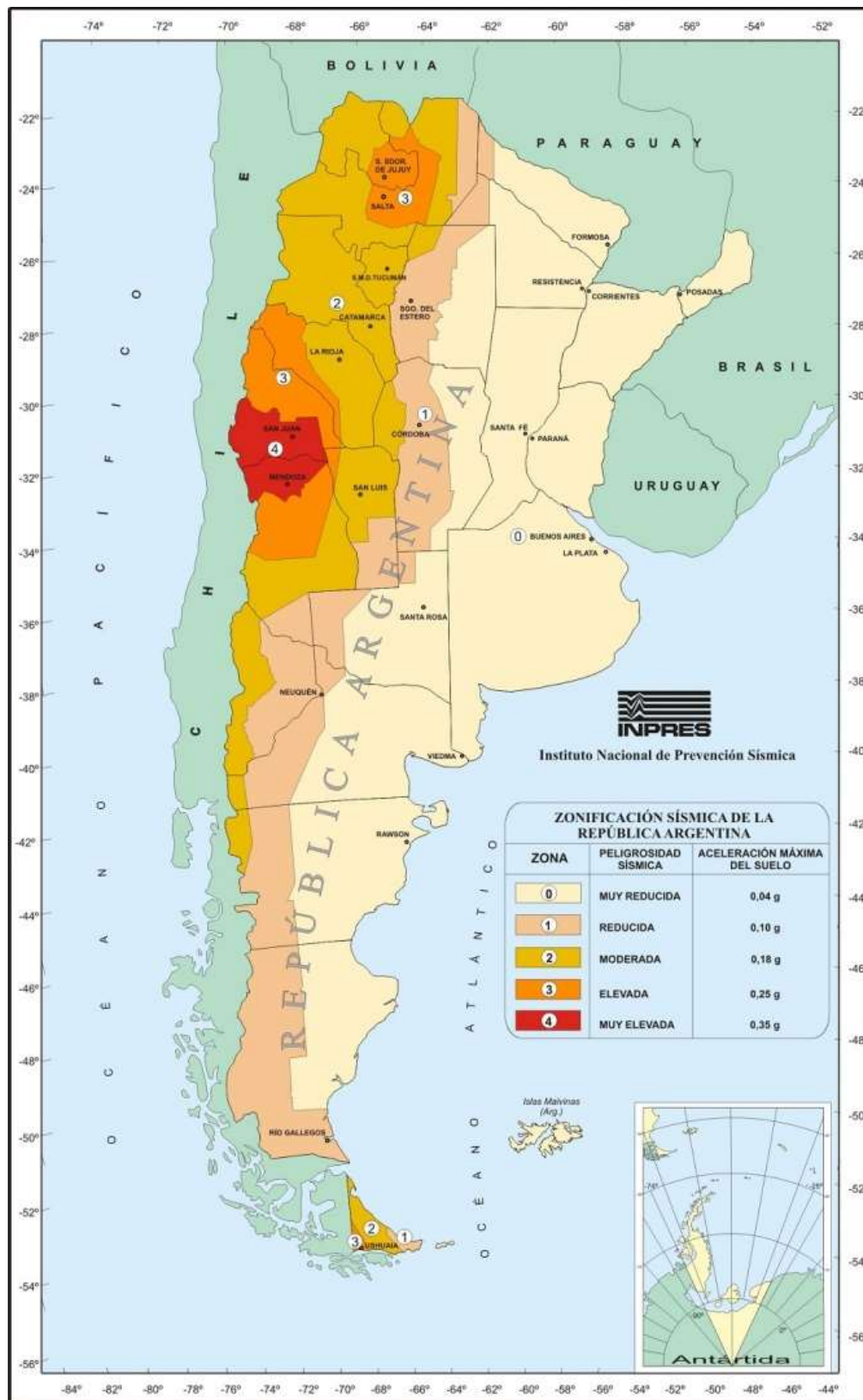


Imagen N° 27. Mapa de zonificación sísmica

Fuente: INPRES.

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.
3. El área de estudio se encuentra en una zona de reducida peligrosidad sísmica.
4. Cada 100 años puede ocurrir un sismo de grado mayor a VI en la escala de Intensidades de Mercalli.
5. 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 y naturales de gran magnitud, probablemente esta última constituya el principal factor de peligrosidad asociada a sismos en el área abarcada en el presente estudio debido a la presencia de taludes activos con caída de rocas.

1.1.7. Edafología

El presente informe caracteriza los suelos del área de influencia de la Central Térmica Río Turbio (CTRT) y del Yacimiento Carbonífero Río Turbio, ubicado en el Sudoeste de la Provincia de Santa Cruz, Departamento de Güer Aike. El yacimiento integra un campo carbonífero de forma alargada, cuyo eje mayor se orienta en sentido Norte-Sur con un largo aproximado de 47 km y en sentido Este-Oeste con un ancho promedio de 5 km (imagen 28).



Imagen N° 28. Ubicación de la zona de estudio y entorno físico
Fuente: UTN (2011 y 2015).

Suelo

El suelo es el conjunto de unidades naturales que ocupan las partes de la superficie terrestre que soportan las plantas, y cuyas propiedades se deben a los efectos combinados del clima y de la materia viva sobre la roca madre en un período de tiempo y en un relieve determinado (Soil Survey Staff, 1975).

Esta concepción del suelo fue expresada por primera vez por Jenny (1941) según la siguiente ecuación: $S = f(cl, b, r, p, t)$, donde el suelo es función (f) del clima "cl", la biota "b", el relieve "r", la roca madre "p" y el tiempo "t". En la actualidad, debe incluirse al factor antrópico, o sea el desarrollo de las diversas actividades humanas, que en forma directa o indirecta afectan la evolución del suelo, puntualmente las características naturales. El presente informe se desarrollará utilizando la concepción de Jenny op. cit.

Clima

El factor más importante en la formación de los suelos del área relevada es el viento. El mismo actúa de diversas formas, pero fundamentalmente removiendo las partículas finas y aumentando la evapotranspiración al secar más rápidamente los horizontes superiores, lo que causa menor lixiviado y la consecuente acumulación de carbonatos en el subsuelo. Al oeste del área, la mayor precipitación y la menor evaporación posibilitan la existencia de un lixiviado moderado que causa encharcamientos periódicos, aún en los suelos de pendientes moderadas. La evidencia de ello es la presencia de moteados en los perfiles de los suelos.

Otro factor importante en la formación de los suelos del área es el congelamiento, efecto probablemente más activo y extensivo en el pasado (Wijnhoud y Sourrouille, 1972).

Particularmente en la Provincia de Santa Cruz se observa un fuerte viento que favorece la evaporación en un contexto de escasas precipitaciones y actúa como un importante factor erosivo ante las alteraciones de la frágil cubierta vegetal.

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.

Geología-Geomorfología (Roca Madre - Relieve)

La mayoría de los suelos se han formado sobre depósitos glaciales del Pleistoceno superior, de textura no muy gruesa, que evidencian meteorización moderada. El drenaje imperfecto en las partes bajas de este paisaje relativamente joven generó condiciones que favorecieron la acumulación de materia orgánica.

En la llanura pedemontana alta, al Norte del Río Gallegos, los suelos se han formado sobre un manto fijo de sedimentos fluviales del Plioceno-Pleistoceno que cubren sedimentos terciarios continentales.

Esta llanura pedemontana puede ser considerada como el paisaje más antiguo del área relevada y sus suelos han alcanzado un estado de meteorización bien desarrollado, como lo evidencia el subsuelo arcilloso de los mismos.

La gran variabilidad geomorfológica da como resultado un complejo mosaico edáfico, encontrándose representados suelos pertenecientes a los cinco órdenes según la SSS, 1999. A su vez, esta característica en conjunto con la gran variabilidad bioclimática, resulta en un complejo mosaico edáfico, encontrando representados suelos pertenecientes a órdenes Molisoles, Entisoles, Inceptisoles, Alfisoles e Histosoles (SSS, 1999).

Descripción edafológica del área de estudio

La descripción edafológica del área de estudio se realizó en una primera etapa con información antecedente. En la segunda etapa se llevó a cabo el análisis de los resultados del muestreo de calidad de suelos y sedimentos realizado puntualmente en el área de estudio. Se tuvieron en cuenta fundamentalmente la clasificación de suelos realizada para la Provincia de Santa Cruz en el Atlas de Suelos de la República Argentina (1990); y el trabajo de Wijnhoud y Sourrouille (1972) sobre los suelos presentes en la transecta Río Gallegos - Río Turbio.

La clasificación utilizada en el Atlas de Suelos de la República Argentina corresponde a la desarrollada por el Ministerio de Agricultura de los Estados Unidos (USDA), conocida como Soil Taxonomy (imagen 29).

La región Sur de la Provincia de Santa Cruz muestra, de acuerdo a lo antedicho, características ecoambientales específicas. 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 extrandinos y precordilleranos.

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

Descripción de los Suelos de la Región

Edafológicamente se diferencian dos amplias regiones dentro de la Provincia de Santa Cruz: la Patagonia Extrandina y la Patagonia Andina (PASMA, 2001).

Unidades de suelo en el área de influencia

La Patagonia Extrandina se encuentra dominada por suelos del suborden Argid (orden Aridisol). Son suelos asociados a climas áridos y semi-áridos con vegetación del tipo desértica. Estos suelos se encuentran en los diferentes niveles mesetiformes y en las laderas de baja inclinación. Son suelos que presentan un horizonte superficial decolorado con bajo contenido en materia orgánica, producto del escaso crecimiento de plantas en superficie y cuyo rasgo distintivo es su aspecto vesicular. Por debajo del horizonte superficial se encuentra un horizonte arcilloso (horizonte argílico) de color rojizo, casi siempre con agregados prismáticos. Presentan también una zona de acumulación calcárea (horizonte cálcico), que a menudo, en los niveles topográficos más elevados, se halla fuertemente cementado (horizonte petrocálcico) (PASMA, 2001; Buol et al., 1990).

La presencia de horizontes argílicos supone para su formación una prolongada estabilidad del paisaje y disponibilidad de suficiente humedad (Riccardi & Roleri 1980 en PASMA, 2001). Es posible inferir entonces, que la mayoría de los suelos Argides presentes en la zona habrían iniciado su desarrollo sobre superficies antiguas, anteriores al último avance glacial, y por lo tanto habrían sido afectados por las condiciones de mayor humedad efectiva durante dicho evento (PASMA, 2001). De otra manera, difícilmente se desarrollarían estos suelos teniendo en cuenta las actuales condiciones hidrotérmicas que caracterizan al sector extrandino. Asimismo, la existencia de cuñas de arena atravesando sus perfiles y asociadas con la formación de suelos estructurales son indicadores que estos suelos ya estaban presentes cuando la región presentaba condiciones periglaciales (que acompañaron a los períodos de glaciario) (PASMA, 2001).

La Patagonia Andina, área del presente estudio, en cambio, pese a contar con condiciones

bioclimáticas más efectivas (fundamentalmente mayor disponibilidad de agua), presenta suelos de escaso desarrollo debido a que sólo han podido formarse en un corto período de tiempo y únicamente en aquellos sectores del paisaje donde la estabilidad geomórfica así lo ha permitido. Estos suelos presentan mayor contenido de materia orgánica que los suelos de la Patagonia Exrandina ya que, fundamentalmente, se encuentran cubiertos por vegetación más densa. Cuando se desarrollan bajo vegetación arbórea (como el bosque caducifolio), presentan horizontes superficiales orgánicos y niveles altos de acidez, producto de la acumulación de biomasa muerta (PASMA, 2001) (cuadro 4; imagen 29).

En los valles fluviales se localizan suelos de escaso desarrollo, variada composición textural y diferente régimen hídrico del orden Entisol. En el sur santacruceño son más frecuentes los subordenes Psament y Ortent (PASMA, 2001; Buol et al., 1990).

En las planicies basálticas se desarrollan suelos del suborden Argid (orden Ardisol). Son suelos de escaso desarrollo y muy friables que se localizan sobre coladas de composición básica que están parcialmente cubiertas por acumulaciones eólicas arcillo-arenosas, y que en algunos casos son delgadas y discontinuas cubiertas de gravas gruesas fluvioglaciales. Haplargid y Paleargid son los grupos presentes en el sur de la provincia (PASMA, 2001).

En las márgenes y extremos orientales de los grandes lagos es frecuente la presencia de antiguos lechos lacustres y extensas crestas morénicas. En los antiguos lechos lacustres, donde el relieve es subhorizontal y escalonado a suavemente cóncavo, los suelos están compuestos por limos y arcillas con menor participación de arenas y gravas finas (orden Entisol suborden Ortent). Estos suelos se localizan en los que fueron lechos de antiguos lagos que luego del retiro de la última glaciación se vaciaron hacia el Océano Pacífico. En relación con éstos, son comunes los suelos del suborden Psamentes (orden Entisol) vinculados con depósitos de origen eólico que se estructuraron como consecuencia de la deflación de las fracciones arenosas del ambiente glacialacustre (PASMA, 2001).

En las crestas morénicas, donde el relieve es suavemente ondulado con desarrollo de lomadas elongadas, se desarrollaron suelos del orden Molisol. Los molisoles son suelos de pastizales, estepas y praderas, con horizontes superficiales profundos y oscuros, relativamente fértiles. Sobre estos ambientes se identifican suelos del grangrupo Haploborol (suborden Borol) y, subordinadamente, del grangrupo Argixerol (suborden Xerol), especialmente sobre antiguas planicies glacifluviales encauzadas que se establecieron cuando el agua de fusión del hielo circuló entre las crestas (PASMA, 2001; Buol et al., 1990).

Bajo la vegetación de estepa graminosa en el área vecina inmediata al sector cordillerano sur se identifican suelos que presentan un nítido horizonte saturado con bases y rico en materia orgánica (horizonte mólico), al que frecuentemente subyace un horizonte cálcico (PASMA, 2001).

En el área de estudio se identifican los suelos Haploborol Éntico (orden Molisol suborden Borol) y Paleargid Borólico (orden Ardisol, suborden Argid).

Los Haploboroles son básicamente suelos negros desarrollados a partir de sedimentos minerales de la región andina, donde la temperatura media anual no supera los 8 °C, bajo una cobertura vegetal integrada fundamentalmente por gramíneas. La incorporación sistemática de los residuos vegetales y su mezcla con la parte mineral ha generado en el transcurso del tiempo un proceso de oscurecimiento del suelo por la incorporación de materia orgánica que se refleja más profundamente en la parte superficial. Generalmente tienen un horizonte subsuperficial oscuro o está estructurado (horizonte cámbico) (Buol et al., 1990; INTA 1990).

Cuadro N° 4. Tipos de suelos (Soil Taxonomy) presentes en la región sur de la provincia de Santa Cruz

Tipos de Suelos (Soil Taxonomy)

Orden	Suborden	Grangrupo	Subgrupo
Molisoles	Boroles	Haploboroles	Éntico
			Fluvéntico
		Crioboroles	Típico
	Xeroxoles	Argixerxosoles	Boráfico
Ardisoles	Argides	Paleargides	Borólico
		Haplargides	Borólico
Entisoles	Ortentes	Udortentes	Andéptico
	Psamentes	Xerosamentes	Típico

Fuente: Atlas de Suelos de la República Argentina (INTA 1990) – UTN (2011 y 2015).

Los Paleargides son suelos antiguos evolucionados sobre superficies geomórficas muy estables. Se caracterizan por su escasez en materia orgánica, producto de la escasa cobertura vegetal superficial, y la presencia de un horizonte rico en carbonatos de calcio cementados (horizonte petrocálcico) a menos de 100 cm de la superficie; o bien por un horizonte (argílico) con más 35% de arcillas, caracteres que implican largos períodos de formación. Por lo general tienen coloraciones rojizas (Buol et al., 1990; INTA 1990).

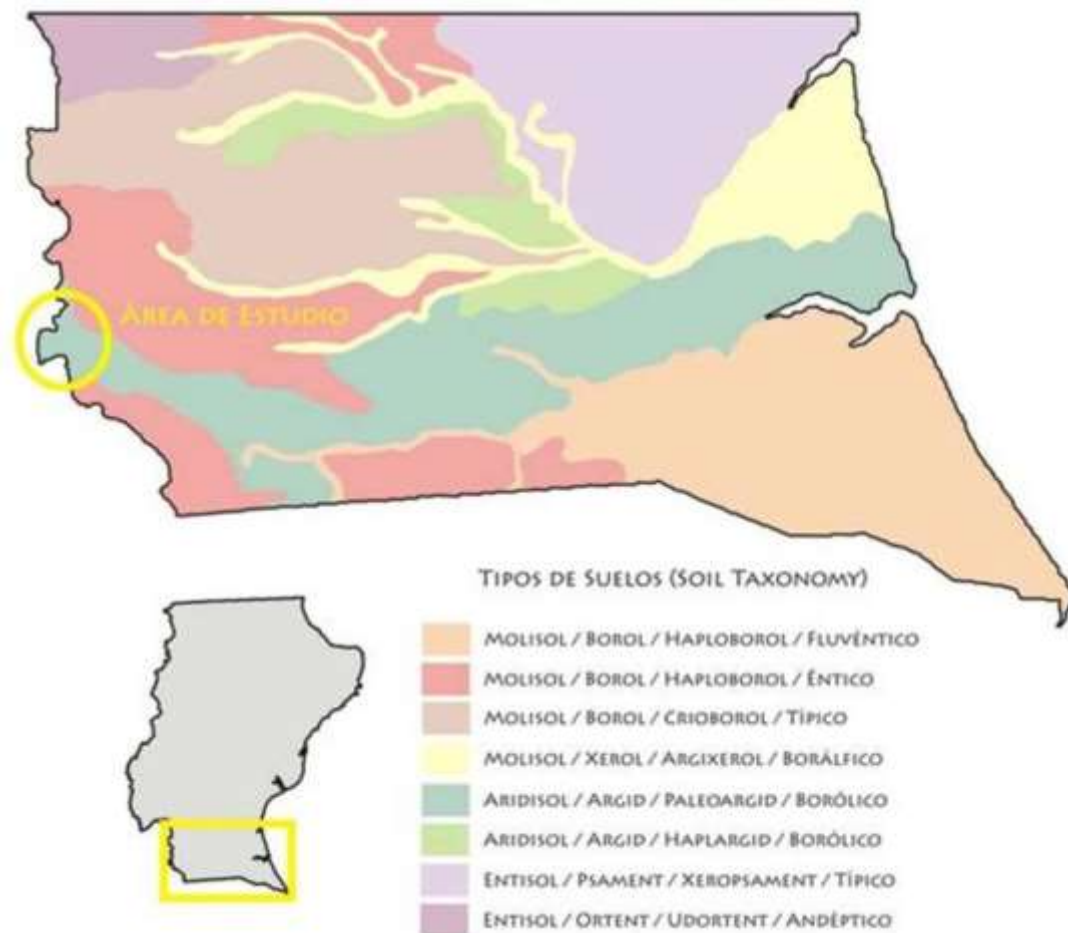


Imagen N° 29. Tipos de suelos (Soil Taxonomy) presentes en la región sur de la provincia de Santa Cruz
Fuente: UTN (2011 y 2015).

Wijnhoud y Sourrouille (1972) realizaron un trabajo sobre los suelos presentes en la transecta Río Gallegos - Río Turbio sobre la base de perforaciones. Según este trabajo, el factor más importante en la formación de los suelos del área relevada es el viento. El mismo actúa de diversas formas, pero fundamentalmente removiendo las partículas finas y aumentando la evapotranspiración al secar más rápidamente los horizontes superiores, lo que causa menor lixiviado y la consecuente acumulación de carbonatos en el subsuelo.

Pero al oeste del área la mayor precipitación y la menor evaporación posibilitan la existencia de un lixiviado moderado que causa encharcamientos periódicos, aún en los suelos de pendientes moderadas. La evidencia de ello es la presencia de fuertes moteados en los perfiles de los suelos.

Otro factor importante en la formación de los suelos del área es el congelamiento, efecto probablemente más activo y extensivo en el pasado.

La mayoría de los suelos de la sección oeste de la transecta se han formado sobre depósitos glaciales del Pleistoceno Superior de textura no muy gruesa, que evidencian meteorización moderada. El drenaje imperfecto en las partes bajas de este paisaje relativamente joven generó condiciones que favorecieron la acumulación de materia orgánica. Los sedimentos marinos de diferentes litologías del Patagónico también dominan la sección, pero los afloramientos son de poca extensión.

En la llanura pedemontana alta, al norte del Río Gallegos, los suelos se han formado sobre un

manto fijo de sedimentos fluviales del Plioceno-Pleistoceno que cubren sedimentos terciarios continentales.

Esta llanura pedemontana puede ser considerada como el paisaje más antiguo del área relevada y sus suelos han alcanzado un estado de meteorización bien desarrollado, como lo evidencia el subsuelo arcilloso de los mismos.

Para el área de estudio del presente informe, Wijnhoud y Sourrouille (1972) describieron diferentes tipos de suelos que se caracterizan a continuación.

- Suelos aluviales hidromórficos en fondos de valles. Los suelos que se desarrollan en los fondos de los valles tienen buena retención de agua pero un imperfecto drenaje interno. La napa freática es más superficial en el centro de los valles que en los bordes, permaneciendo allí elevada por más tiempo durante los períodos secos. Estos suelos presentan gran variabilidad dependiendo de la eficiencia del drenaje. Químicamente son suelos salinos-alcalinos.
- Suelos de pradera fuertemente moteados en depósitos glaciales. Se ubican en las terrazas del Río Turbio y se desarrollan sobre depósitos glaciales. Son suelos cubiertos por vegetación de tipo esteparia herbácea con predominio de *Festuca* sp. y ocasionalmente manchones de arbustos altos. Suelen estar anegados estacionalmente. No están muy consolidados y su consistencia va de blanda a firme. Las capas superficiales son de arena fina y abundante materia orgánica. A medida que se desciende por el perfil su textura va cambiando primero a francoarenosa, luego a franco-arcillo-arenosa y finalmente a arcillosa. Las gravas no son muy abundantes. Y las estructuras son de moderadas a fuertes. Un rasgo característico de estos suelos es la presencia de abundantes moteados. Químicamente son suelos de mediana a ligeramente ácidos. Los horizontes superficiales son oscuros producto de las hojas muertas y las raíces en descomposición.
- En la meseta Latorre se identifican suelos no consolidados, de consistencia suelta a blanda o friable. Su textura es arenosa fina en las capas superiores, a arenosa gruesa en las capas inferiores donde hay abundantes gravas, aunque las mismas están presentes en todo el perfil. En las capas superiores la materia orgánica es abundante. No hay moteados ni tampoco suelen presentarse estructuras, y cuando éstas se hacen presentes son débiles. El pH de estos suelos varía entre fuertemente y medianamente ácidos.
- Suelos con alto contenido de materia orgánica. En el paisaje glacial de hoyas y lomadas que se extiende al norte y el sur del Río Turbio se identifica un suelo con alto contenido de materia orgánica que se desarrolla bajo un césped denso o estepario con predominio de herbáceas del género *Festuca*. Son suelos poco consolidados de consistencia blanda a firme. A medida que se desciende en el perfil, la textura va pasando de arenosa fina con abundante materia orgánica o materia orgánica únicamente, a franco-arenosa o francocon materia orgánica, a francoarcillosa. En las capas inferiores hay abundantes gravas y presencia de moteados. De acuerdo a la posición topográfica, la proporción de materia orgánica y moteados varía, siendo más abundante en las partes deprimidas, donde se acumula la humedad. Las estructuras son débiles y a veces grumosas. Químicamente son suelos de ligera a moderadamente ácidos.
- Suelos fuertemente ácidos de llanuras altas. En la llanura suavemente ondulada y con ligera inclinación al este, que se extiende en la parte alta inmediatamente al este de la meseta Latorre, se presentan suelos cubiertos con una vegetación de estepa graminosa y martillar. Sus horizontes superiores son poco profundos, pedregosos, con

baja capacidad de retención de agua, pocos nutrientes y pH ácido. La textura de estos suelos va de arena fina y arena franco con materia orgánica en las capas superficiales, a franco-arcillosas- arenosas en las medias, y franco-arcillosas y arcilla en las inferiores. En estas capas inferiores es común la presencia de moteados y gravas. Las estructuras son moderadas a débiles y la consistencia de fiable a firme.

- Suelos de bosques. Los suelos de las laderas, cumbre y otros sitios prominentes de la ladera media sur y oeste de la meseta Latorre, la sierra Dorotea y la franja que se extiende entre el Río Turbio y la frontera con Chile, se encuentran cubiertos por bosques del género *Nothofagus* asociados a pastizales de gramíneas. Las capas superiores de estos suelos son de arena fina y se continúan con arenas franco y franco-arenosas, llegando a un subsuelo franco-arcillosoarenoso. Las gravas se encuentran presentes en todo el perfil, pero son más frecuentes en las capas inferiores donde generalmente se identifican moteados. En las capas superiores hay presencia de materia orgánica descompuesta. Las estructuras de estos suelos son de moderadas a débiles y su consistencia va de suelta a firme. Estos suelos tienen buena capacidad de retención de agua. El pH de los suelos de los bosques varía de fuertemente a ligeramente ácido, producto de la acumulación de hojas de los *Nothofagus*.
- Suelos de laderas altas y escarpadas. Los suelos que se desarrollan en las laderas altas y escarpadas al sur y el oeste de la meseta Latorre son suelos cubiertos superficialmente por pavimento de gravas o murtilla. Tienen un pequeño horizonte superficial de arena que cubre el resto del perfil constituido por gravas.
- Suelos Antrópicos: debe señalarse que la sostenida actividad minera de la región ha dado lugar a la formación de suelos antrópicos o, al menos, ha modificado 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.

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 5.1. Conforme a la última versión de 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).

Según las observaciones realizadas por Wijnhoud y Sourrouille (1972) todos estos suelos identificados en el área de estudio, salvo los últimos que se desarrollan en las laderas altas y empinadas, tienen el mayor potencial de producción del área abarcada por el estudio, en función fundamentalmente de la mayor disponibilidad de agua que presenta el oeste de la Provincia de Santa Cruz (imagen 30). Dicho terreno se encuentra localizado en la planicie aluvial del Río Turbio y presenta evidencias de relleno y erosión fluvial posterior.

Particularmente, se cuenta con información sobre el tipo de suelo presente en el predio de la Central Térmica Río Turbio (CTRT). Dicho terreno se encuentra localizado en la planicie aluvial del río Turbio y presenta evidencias de relleno y erosión fluvial posterior.

Según el Estudio de Suelos para Fundaciones (Otto 2005) el suelo de este terreno presenta un estrato superficial de 3 m de profundidad conformado por arenas arcillosas con presencia de gravas en estado consistente. A esta altura se identificó el nivel freático que se estabiliza a los 1,80 m. Por debajo del primer estrato, aparece otro de profundidad variable constituido por

gravas en matriz arenosa y con presencia de finos. Este estrato fiable se encuentra en un estado por lo general muy compactado, salvo en ciertas profundidades donde disminuye la cantidad de finos incorporados. A partir de los 30 m aparece un estrato arcilloso-limoso con presencia de arenas y gravilla en estado muy compactado que presenta pequeñas lascas de suelo cementado y otras de material oscuro similar al carbón de piedra. La roca sana se indica como de eventual aparición a los 40 m.

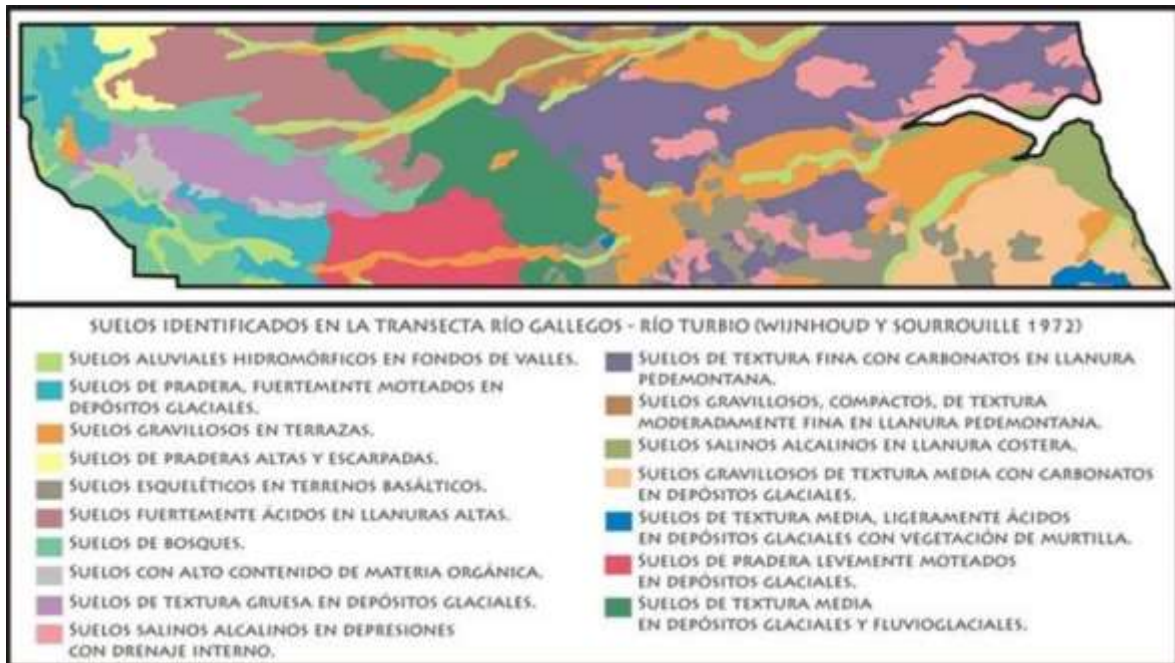


Imagen N° 30. Suelos identificados en la transecta Río Gallegos – Río Turbio

Fuente: Modificado de Wijnhoud y Sourrouille (1972) - UTN (2011 y 2015).

En el reciente informe *Cooperación Técnica en Planificación de las Políticas Públicas: Información Biológica y Ambiental para la Gestión Integral de los Recursos Hídricos del Sur de la Provincia de Santa Cruz – Prov de Santa Cruz y UNPA – 2019* se da una descripción más precisa de las características de los suelos de la Cuenca del Río Turbio, al señalar que: En la región superior de la RH13, en la cuenca de recepción en la cual se forman los cursos de los arroyos Primavera y San José, y el río Turbio, se encuentra dominando la Formación (Fm.) Río Turbio, la cual aflora al oeste del valle del río homónimo y hacia el norte, por el arroyo del Loro y el valle del arroyo Don Guillermo, hasta Cancha Carrera (Figura 1.2). Está constituida por una parte inferior areno-conglomerádico verdosos y grises, conformado por rodados de rocas efusivas básicas, tobas, cuarzo y líticos; y una parte superior compuesta por pelitas e intercalaciones de areniscas. La composición de las arcillas corresponde a la argilofacie esmectita – clinoptilolita. Presenta la intercalación de 5 mantos de carbón que constituyen el Complejo Carbonoso (Malumián et al., 2000). El carbón presente en estos mantos se caracteriza por presentar contenidos de CaO (8,2-12 %), MgO (1,3-1,6 %) y Fe₂O₃ (6,6-11,1 %) así como un bajo contenido de algunos elementos trazas (As, Be, Cd, Cr, Hg, Ni, Pb, Sb, Se, Te, and U), dentro de los límites permitidos medio ambientalmente y para la salud (Castro, 2008).

El valle del río Turbio continúa su recorrido atravesando depósitos glaciales conformados por morenas y materiales glacialacustres. Las morenas se encuentran constituidas por till y gravas arenosas, asociadas a lentes de arenas y en menor

proporción limos, y escasa presencia de arcillas. En estas acumulaciones caóticas predominan fragmentos de rocas graníticas. La matriz presente entre los bloques está conformada por arenas finas y limos glaciarios. Sobre los depósitos morénicos se encuentran bloques erráticos residuales de granitos y dioritas, de procedencia cordillerana (Malumián et al., 2000). En la región de confluencia de los ríos Turbio, Rubens y Penitente, en las nacientes del río Gallegos, los cursos atraviesan depósitos glaciales de estadio Daniglacial. En las barrancas de los ríos Rubens y Penitente, cerca de su confluencia en el río Gallegos, se encuentra un perfil donde afloran dos potentes bancos de till con depósitos glacifluviales intercalados (morenas del río Rubens y morenas del río Penitente). Continuando hacia el oeste el río atraviesa depósitos del estadio Gotiglacial. Se caracterizan por presentar till areno-limoso y limo-arcilloso, gravas finas, arenas finas a gruesas, limos y arcillas, y bloques erráticos. El cauce continúa su paso por las inmediaciones del Basalto Carlota. Este ciclo lávico se caracteriza por basaltos olivínicos de color gris oscuro a negro con manchas rojizas de óxidos de hierro. Según estudios petrográficos, al este del río Gallegos Chico se encuentran afloramientos de basaltos olivínicos con afinidades andesíticas, las plagioclasas reconocidas son andesitas básicas (Cobos et al, 2016).

Los depósitos fluviales aterrazados del río Gallegos, correspondientes al Nivel I, presentan pocos afloramientos aislados. Están constituidos por gravas finas a medianas, matriz sostén. Los clastos predominantes son de rocas volcánicas ácidas muy silicificadas, ocasionalmente con estructuras bandeadas. En menor proporción hay fragmentos de basalto alterados y cuarzo de veta. Se encuentran subordinados fragmentos de granitoides y de metamorfitas. Las psefitas que están en contacto con el basalto presentan una intensa pigmentación color rojo ladrillo, encontrándose teñidas y cementadas por óxidos de hierro.

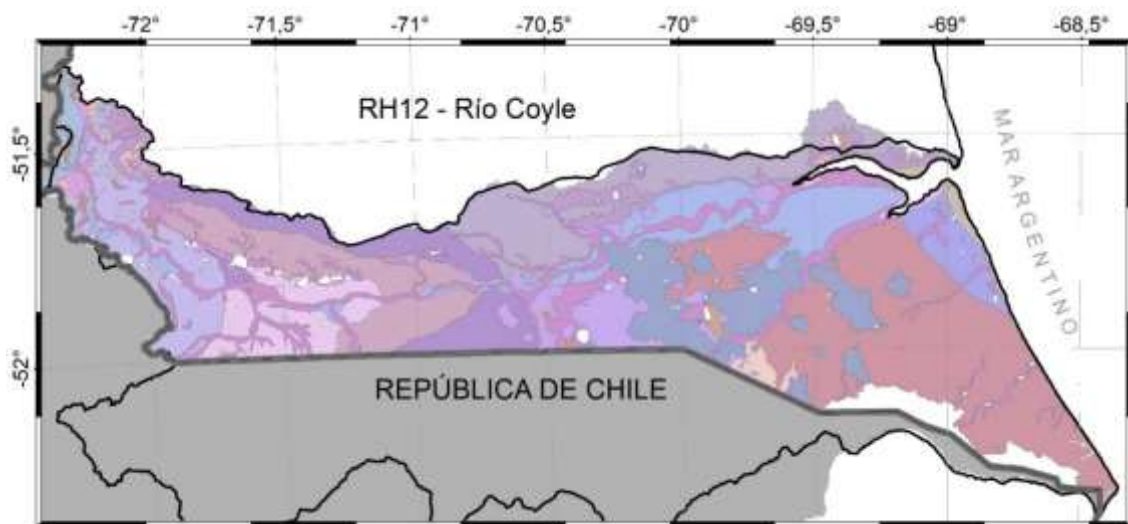




Imagen Nº 31 - estratigrafía de la región.

La mayor superficie de la RH13 es ocupada por suelos del orden Aridisol (*figura infine*), principalmente con el suborden Argid. Éstos presentan como característica general un horizonte iluvial de acumulación de arcillas silicatadas. El subgrupo dominante es Paleargid borólico, caracterizado por la presencia de horizontes ricos en carbonatos. También presentan un epipedón ócrico, donde se identifica un A1 de 10 cm de espesor con textura franco arcillo arenosa, estructurado en bloques finos y débiles, muy bien provisto de materia orgánica, con un drenaje moderado. Se trata de suelos antiguos, evolucionados sobre superficies geomórficas muy estables.

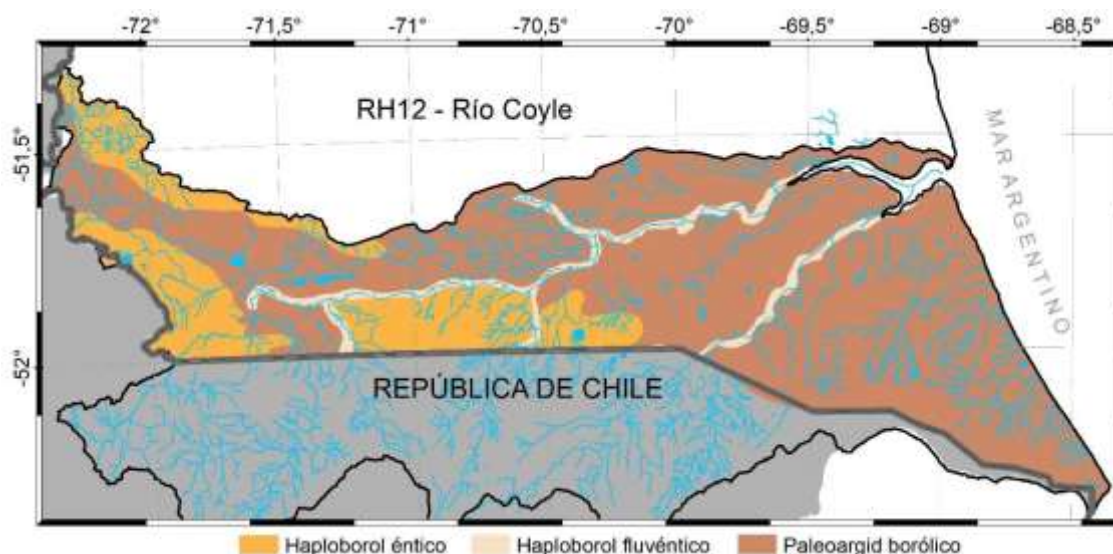


Imagen Nº 32 - Distribución parcial de subgrupos de suelos en la RH13 Río gallegos. Adaptado de Cruzate et al (2013).

En el sector oeste de la RH13 predominan los Molisoles. Dentro de ésta, en las nacientes y recorrido del río Turbio dominan suelos del suborden Borol, un Molisol característico de regiones frías que se encuentran en altas montañas, con temperaturas cercanas o por debajo de 0°C. El subgrupo representado en este caso es el Haploborol éntico caracterizado por ser un suelo profundo con muy buen drenaje, compuestos por dos horizontes, el primero A1 de unos 35 cm de espesor, de textura franco arenosa y con abundante materia orgánica, seguido de un segundo hasta unos 110 cm de profundidad AC, de textura franca y sin estructura definida. Se ubican en morenas y valles glaciares, ocupando las medias lomas altas y pendientes.

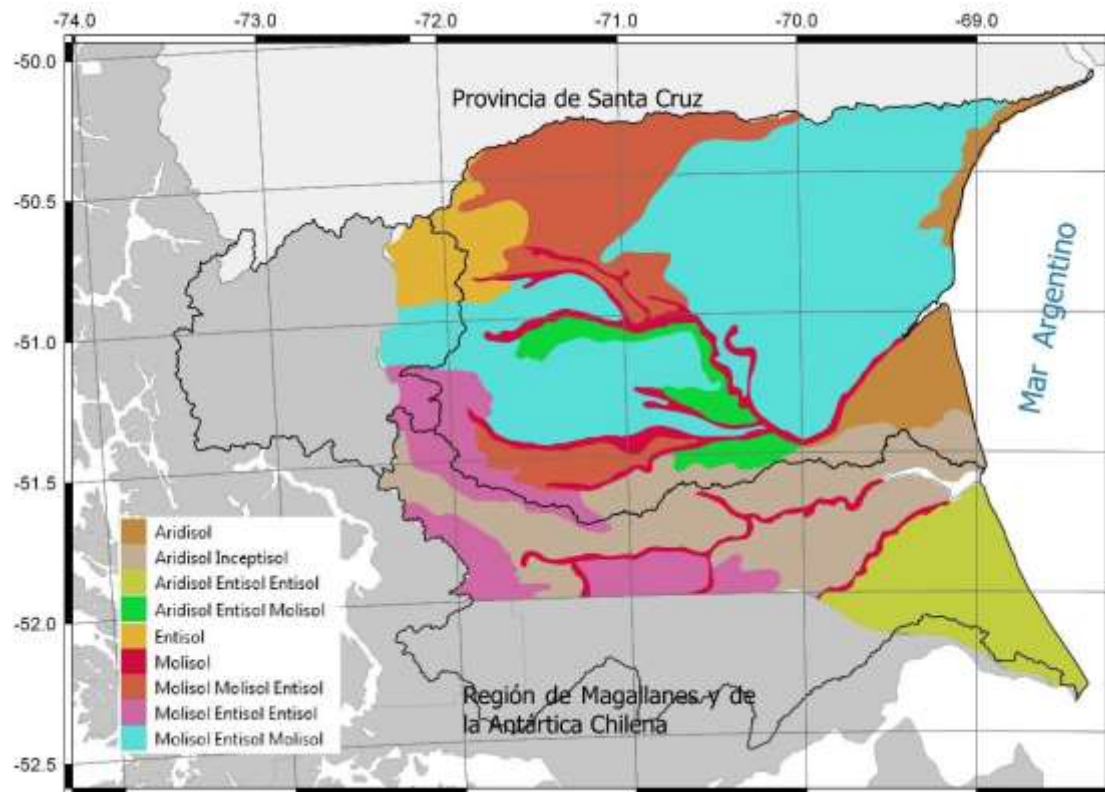


Imagen Nº 33 - Ordenes de suelos predominantes en las regiones hidrográficas del sur de Santa Cruz. Elaborado por Cruzate et al. (2006) y reeditado por Mata et al. (2013) para su publicación en el Servidor Provincial de Mapas de Santa Cruz (2013).

Los Molisoles son suelos con horizonte superficial muy oscuro, relativamente fértil y profundo (epipedón mólico) y rico en bases. La mayoría de los molisoles presentan vegetación de pastizales, aunque suelen encontrarse también bajo vegetación arbustiva. La actividad biológica es muy importante en la génesis de estos suelos y está relacionada a la producción de materia orgánica (MO) y posterior descomposición subsuperficial de todos los residuos en presencia de cationes bivalentes, particularmente Ca^{2+} . La evolución de la MO en estas condiciones, conduce al fenómeno de la melanización, el cual es el responsable del oscurecimiento del suelo. Representan la mayor cobertura areal al sur del río Santa Cruz y predominan en el centro y norte de la Cuenca, principalmente en sociedad con Entisoles. Dentro de este orden se encuentran 4 Subgrupos: (1) *Crioboroles típicos*, (2) *Haploboroles énticos*, (3) *Haploboroles fluvénticos* y (4) *Argixeroles borálficos*. El primer caso (1) se trata de suelos con un horizonte A1 de ~24 cm de espesor, de textura franco arenosa y estructurado en bloques finos y débiles; están muy bien provistos de materia orgánica (8,1%). A continuación se define un horizonte AC, de textura franco arenosa y sin estructura definida; hacia abajo aparece el horizonte C que se extiende desde ~42 cm de profundidad hasta más de 110 cm. Todo el perfil presenta grava fina y media. En su distribución predominan al noreste de la desembocadura del río Coyle, en una zona sin cursos de agua permanentes, con gran cantidad de bajos de deflación y lagunas endorreicas. También se los encuentra en la zona alta de la misma cuenca hidrográfica, todas regiones en las cuales es de esperar varios meses al año con niveles de congelamiento hasta una profundidad aproximada de 15 cm.

Los *H. énticos* (2) son suelos profundos, compuestos por dos horizontes, el primero A1, de ~35 cm se divide en dos, un A11 de textura franco arenosa, con estructura en bloques finos y débiles y con abundante materia orgánica (5,5%) y un A12 de textura franco arenosa, con estructura en bloques gruesos y débiles, los cuales conforman un epipedón mólico. A partir de los ~35 cm y hasta unos ~110 cm de profundidad se encuentra un AC, de textura franca y sin estructura definida. Su textura superficial es franco arenoso, mientras que la subsuperficial es franco.

Calidad de Suelos

El área de la Central Térmica Río Turbio ha sido muy estudiada en varias oportunidades. Su calidad de suelos, en particular, ha sido analizada por diversas campañas, que cubren una extensa área incluso alejada del predio. Al respecto, y limitándonos a los estudios cuyas metodologías de análisis se ajustan estrictamente a las Normas ambientales de la Agencia de Protección Ambiental de los EEUU – EPA; se dispone de información de las siguientes campañas de suelos:

- Campaña de calidad de suelos del año 2011 realizada por la UTN para YCRT.
- Campaña de suelos del año 2014 realizada por YCRT
- Campaña de calidad de suelos del año 2018 realizada por la firma Diprem para YCRT.
- Campaña de calidad de suelos del año 2020 realizada por YCRT.
- Campaña de verificación de antecedentes del año 2021 realizada para el presente trabajo en predio y entorno de la Central Térmica.

En el Capítulo 9 informe 3 y 4 se realiza una descripción detallada de los mismos, sintéticamente puede señalarse:

Campaña año 2011

Durante la campaña llevada a cabo en marzo de 2011 se colectaron diez muestras de suelo, correspondientes a muestreo de horizontes superficiales, y de cada una de ellas se realizaron cuarenta y cinco determinaciones. A continuación, se presenta la ubicación de los sitios de muestreo.

Cuadro N° 5. Ubicación de los sitios de muestreo de suelos 2011

Sitio	Descripción	Ubicación
S1	Quebrada Mina 4	51°32'32.21"S; / 2°18'44.12"O
S2	Transformadores	51°32'28.13"S; 72°18'44.53"O
S3	Arroyo Santa Flavia (atrás de la UNPA)	51°32'42.59"S; 72°20'19.98"O
S4	Usina e/tanque con pileta antiderrame y galpón	51°32'19.97"S; 72°16'16.01"O
S5	Corralón Galpón 4	51°32'18.98"S; 72°18'53.90"O
S6	Chatarra Mina 4	51°33'6.13"S; 72°18'35.20"O
S7	Chiflón 3 de Mina 4	51°34'37.31"S; 72°20'18.11"O
S8	Patio de Residuos metálicos de mina 3	51°32'35.77"S; 72°17'0.44"O
S9	San José antes de la cinta transportadora de estéril	51°32'3.83"S; 72°17'4.01"O
S10	Planicie de inundación San José - a la altura de la pista	51°32'17.58"S; 72°15'15.87"O

Fuente: UTN (2011).

De las cuarenta y cinco (45) determinaciones, veintiuno (21) arrojaron concentraciones por debajo del límite de cuantificación asociado la técnica analítica utilizada en las diez muestras analizadas, a saber:

- Molibdeno <2 µg/g EPA SW 846 M 3050 B - M 7480 EAA
- Plata <2,5 µg/g EPA SW 846 M 7760 A EAA
- Antimonio <2 µg/g EPA SW 846 M 7040 EAA
- PCB's Totales <0,02 µg/g EPA SW 846 M 8082 CG ECD
- Benceno <3 ng/g EPA SW 846 M 8015 B/C/D CG FID
- Tolueno <10 ng/g EPA SW 846 M 8015 B/C/D CG FID
- Etilbenceno <10 ng/g EPA SW 846 M 8015 B/C/D CG FID
- m y p- xileno <30 ng/g EPA SW 846 M 8015 B/C/D CG FID
- o- xileno <30 ng/g EPA SW 846 M 8015 B/C/D CG FID
- Xilenos Totales <30 ng/g EPA SW 846 M 8015 B/C/D CG FID
- Acenaftileno <0,1 µg/g EPA SW 846 M 8100 CG –FID
- Acenafteno <0,1 µg/g EPA SW 846 M 8100 CG –FID
- Fluoreno <0,1 µg/g EPA SW 846 M 8100 CG –FID
- Carbazole <0,1 µg/g EPA SW 846 M 8100 CG –FID
- Fluoranteno <0,1 µg/g EPA SW 846 M 8100 CG –FID
- Pireno <0,1 µg/g EPA SW 846 M 8100 CG –FID
- Benzo (a) Antraceno <0,1 µg/g EPA SW 846 M 8100 CG –FID
- Criseno <0,1 µg/g EPA SW 846 M 8100 CG –FID
- Benzo (a) Pireno <0,1 µg/g EPA SW 846 M 8100 CG –FID
- Indeno (1-2-3 cd) Pireno <0,1 µg/g EPA SW 846 M 8100 CG –FID
- Benzo (g,h,i) Perileno <0,1 µg/g EPA SW 846 M 8100 CG –FID

De los cuarenta y cinco parámetros analizados en las diez muestras, diecinueve se encuentran normados en el Decreto 931/07, tabla 7 sobre niveles guía de calidad de suelos de la Dirección Provincial de Minería de la Provincia de Santa Cruz y veintinueve se encuentran normados en el Decreto Nº 831/93, de la Ley Nº 24.051, Anexo II, Tabla 9, sobre el régimen de desechos peligrosos, niveles guía de calidad de suelos expresado en µg/g peso seco.

Comparando los valores con las normativas, y teniendo en cuenta que las muestras se toman en el sector más crítico, se concluye que el área de influencia de la Usina existente es la que posee mayor compromiso ambiental desde el punto de vista de los suelos, igualando o superando los límites guía en Boro, Estaño, Naftaleno, Fenantreno, Antraceno, Benzo (b) + Benzo (k) Fluoranteno, Dibenzo (a,h) Antraceno y en el genérico PAH's, pero tomando el límite guía establecido para uso agrícola, sin superar el uso industrial.

Situaciones aproximadamente similares se dan en la quebrada de la Mina 4 aguas arriba del actual depósito de transformadores y el área de influencia del corralón 6 - galpón 4 y en cercanías a la cinta transportadora de estériles.

Campaña año 2014

Durante la campaña llevada a cabo en la primera mitad del año 2014 se realizaron estudios de suelos en el sector de la Planta Depuradora de carbón y áreas adyacentes. En total se tomaron dos muestras de suelo, correspondientes a muestreo de horizontes superficiales, y de cada una de ellas se realizaron cuarenta y cinco determinaciones. A continuación se presenta la ubicación de los sitios de muestreo.

Punto	Latitud	Longitud
Sondeo N° 1	51° 31' 9,79"	72° 16' 57,84"
Sondeo N° 2	51° 31' 9,47"	72° 16' 59,00"

Se analizaron desde el punto de vista de la calidad cloruros y sulfatos que arrojaron valores de 15 y 20 mg/k (SM 3500 CL) y 13,3 en ambos casos (SM 3500 SO4) respectivamente

Campaña año 2018

Durante la campaña llevada a cabo en julio de 2018 se recogieron muestras de diversos puntos.

Cuadro N° 6. Ubicación de los sitios de muestreo de suelos

Sitio	Descripción	Ubicación
Suelo 1	Mina 6, frente freático Julia Dufour	51° 32' 40,72" S 72° 14' 25,43" O
Suelo 2	Frente a Depuradora	51° 32' 9,97" S 72° 16' 32,8" O
Suelo 3	Entrada frente a Usina	51° 32' 13,7" S - 72° 16' 4,36" O
Suelo 4	Tanque aéreos Usina	51° 32' 20,05" S - 72° 16' 16,28" O
Suelo 5	Zona carga y descarga Usina	51° 32' 19,31" S - 72° 16' 17,49" O
Suelo 6	Talleres Centrales	51° 32' 22,64" S - 72° 18' 35,81" O

Fuente: Diprem (2018).

Los resultados fueron:

Cuadro N° 7. Resultados de los análisis físico – químicos en los puntos muestreados

Suelo 2018								Límite Dec N° 931/07 (Anexo IV, Tabla 7)		Límite Dec N° 831/93 (Anexo II, Tabla 9)		
Analito	Unidad	Suelo1	Suelo2	Suelo3	Suelo4	Suelo5	Suelo6	Agrícola	Industrial	Agrícola	Residencial	Industrial
CromoTotal	mg/Kg	1,33	2,19	2,58	2,30	2,16	7,88	750	800	750	250	800
Hidrocarburos Totales de Petróleo	mg/Kg	<5	<5	<5	757	<5	892	NE	NE	NE	NE	NE

Plomo	mg/Kg	ND	2,91	ND	ND	ND	ND	375	1000	375	500	1000
Cadmio	mg/Kg	ND	ND	ND	ND	ND	ND	3	20	3	5	20
Níquel Total	mg/Kg	6,06	10,94	8,37	7,99	6,05	6,52	150	500	150	100	500
Zinc Total	mg/Kg	ND	ND	0,02	0,03	0,02	0,09	600	1500	600	500	1500
Cobre Total	mg/Kg	0,02	0,02	0,02	0,01	0,03	0,03	150	500	150	100	500
Hidrocarburos Aromáticos Polinucleares	mg/Kg	ND	ND	ND	ND	ND	ND	NE	NE	NE	NE	NE
Benceno	mg/Kg	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0,05	5	0,05	0,5	5
Tolueno	mg/Kg	ND	ND	ND	ND	ND	ND	NE	NE	0,1	3	30
Etilbenceno	mg/Kg	ND	ND	ND	ND	ND	ND	NE	NE	0,1	5	50
Xileno Total	mg/kg	ND	ND	ND	ND	ND	ND	NE	NE	0,1	5	50
DRO	mg/Kg	16,2	13,4	33,7	153,0	27,1	ND	NE	NE	NE	NE	NE
PCB's	mg/Kg	1,6	<0,05	<0,05	1,42	17,5	<0,05	NE	NE	0,5	5	50
Hierro Total	mg/Kg	31,64	19,19	19,71	14,04	18,57	20,00	NE	NE	NE	NE	NE
Manganeso Total	mg/Kg	116,60	127,64	131,27	102,11	131,15	105,18	NE	NE	NE	NE	NE
Mercurio	mg/Kg	ND	ND	ND	ND	ND	ND					
Arsénico	mg/Kg	ND	ND	ND	ND	ND	ND					
Cobalto	mg/Kg	10,95	9,74	10,12	9,03	8,04	8,12					
Aluminio	mg/Kg	15,61	6,14	6,61	1,93	2,82	ND					

Fuente: Diprem (2018).

Del análisis de estos resultados, se pueden establecer que en ninguna de las muestras analizadas se ha detectado Plomo, Cadmio, Mercurio ni Arsénico, excepto en la muestra N°2, pero dentro de los límites permitidos. No fue detectados PAHs ni benceno, tolueno, etilbenceno ni xilenos

Las concentraciones de Níquel y Cobalto en todas las muestras analizadas están dentro de los límites establecidos por ambas normativas y en líneas generales todos los sitios muestreados no presentan concentraciones de metales pesados.

Campaña año 2020

Luego de un incidente ocurrido en la usina, se realizaron los respectivos trabajos de limpieza, y en concordancia con los organismos de control de la provincia de Santa Cruz, se decidió realizar una campaña de muestreo sobre el suelo, en el ámbito del canal afectado, el cual une la usina con el arroyo San José. Para ello se realizaron 3 calicatas (pozos) a 1 metro de profundidad y se extrajeron 3 muestras en cada una de ellas a diferentes profundidades.

Cuadro N° 8. Ubicación de los sitios de muestreo de suelos

Pozo N°	Descripción
P1	Relleno antrópico, grava arenosa con restos de mampostería, ceniza y restos de carbón
P2	Relleno antrópico, grava arenosa, ceniza y restos de carbón, con una variación en perfil a arena de matriz arcillosa de tono verde
P3	Relleno antrópico, grava arenosa, ceniza y restos de carbón.

Fuente: elaboración propia a partir de información YCRT.

Los resultados obtenidos para los parámetros analizados se presentan en el cuadro 9. Y se incluye los valores guías de calidad de suelos obtenidos del Anexo IV, tabla 7 del Decreto Provincial N° 931/07 (Reglamentario de la Ley N° 24.587 “De la Protección Ambiental de la Actividad Minera”), y del Decreto N° 831/93, de la Ley N° 24.051, Anexo II, Tabla 9, sobre el régimen de desechos peligrosos.

Cuadro N° 9. Resultados de los análisis físico – químicos en los puntos muestreados.

Suelo 2020											Límite según Decreto N° 931/07 (Anexo IV, Tabla 7)		Límite según Decreto N°831/93 (Anexo II, Tabla 9)		
Analito	Unidad	P1M1	P1M2	P1M3	P2M1	P2M2	P2M3	P3M1	P3M2	P3M3	Agrícola	Industrial	Agrícola	Residencial	Industrial
Hidrocarburos Totales de Petróleo	ppm	289,71	94,094	71,815	873,45	8,76	13,46	105,09	159,92	214,03	NE	NE	NE	NE	NE
Arsénico	mg/Kg	0,1486	0,0744	0,1446	0,1497	<0,03	<0,03	0,0733	0,0745	0,0725	20	50	20	30	50
Bario	mg/Kg	0,0019	0,0051	0,0049	0,0155	0,0425	0,0525	0,0036	0,0152	0,0116	750	2000	750	500	2000
Cadmio	mg/Kg	0,217	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	3	20	3	5	20
Cobre Total	mg/Kg	0,59	0,119	0,297	0,119	0,228	0,402	0,297	0,199	0,0119	150	500	150	100	500
Fluoruro	mg/Kg	0,2378	0,8933	<0,2	0,3813	0,5024	0,0289	<0,200	0,3811	<0,200	200	2000	200	400	2000
Níquel Total	mg/Kg	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	150	500	150	100	500
Plata	mg/Kg	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	20	40	20	20	40
Selenio	mg/Kg	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	2	10	2	3	10

Los valores obtenidos, todos los puntos de muestreo se encuentran por debajo de los Niveles Guía de Calidad de Suelos de la Ley 24858. Dado que las Ley 24051 y Ley 24585 en la Argentina no han establecido un valor límite para hidrocarburos totales de petróleo (HTP) a partir del cual un suelo deba ser remediado se recurre a la Norma Holandesa, la cual estipula un valor límite de HTP de 5000 ppm. Si bien superan las condiciones de suelo óptimas (ya que superan el límite de la concentración de HTP fijado en 50 ppm), todos los resultados demuestran que no es necesario intervenir el suelo que ha sido afectado por el derrame.

Campaña año 2021

Los estudios de suelos consistieron en la toma de muestras subsuperficiales representativas de suelos del sector, aproximadamente a 30 cm de profundidad, de:

- Cuatro puntos alrededor de la CTRT en cruz y con dirección a los puntos cardinales.
- Un punto en el propio predio de la Central.

A continuación en la imagen 34 se pueden observar la ubicación de los puntos:



Imagen N° 34. Esquema de ubicación de las muestras de suelo
Fuente: elaboración propia

Los puntos de muestreo de la campaña 2021 se observan en el siguiente mapa.

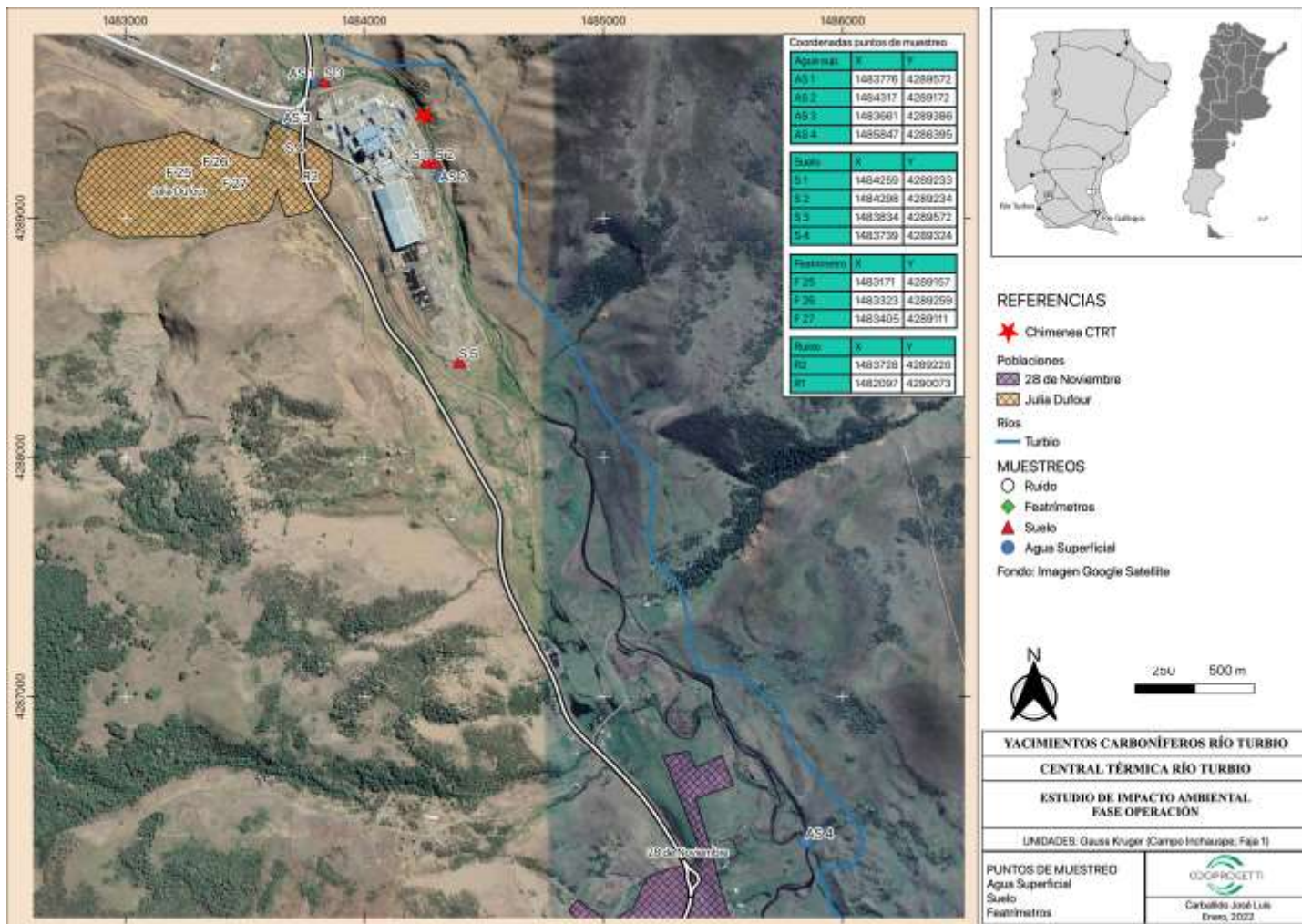


Imagen N° 35 - Anexo N° 3. Mapa de muestreo (2021)

Nota: véase en mayor detalle en Cap. 9, Sección 13 Anexo, Apéndice 6.16.

Fuente: elaboración propia.

Se trató de una campaña de verificación de antecedentes a fin de validar la línea de base ambiental existente.

Los resultados de las muestras de suelo de los pozos se presentan en el cuadro 10.

Cuadro N° 10. Resultados muestras de suelo- Campaña 2021

Punto	Ms 1	Ms 2	Ms 3	Ms 4	Ms 5
Antimonio (mg/kg)	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003
Arsénico (mg/kg)	<0,03	<0,03	<0,03	0,14	<0,03
Bario (mg/kg)	0,15	0,14	0,3	0,17	0,18
Cadmio (mg/kg)	<0,003	<0,003	<0,01	<0,003	<0,003
Cianuro (mg/kg)	0,06	0,04	0,03	0,03	0,03
Cinc (mg/kg)	1,63	0,92	2,98	0,8	0,53
Cobre (mg/kg)	2,71	2,25	2,04	1,95	1,75
Cromo (mg/kg)	0,09	0,12	<0,003	0,07	0,08

Hidrocarburos Totales (gr/kg)	0,11	0,1	0,13	0,12	0,17
Hierro (mg/kg)	0,28	0,03	0,1	<0,003	<0,003
Manganeso (mg/kg)	0,96	0,69	0,33	0,78	0,34
Mercurio (µg/kg)	21,7	125,5	48,7	61,2	45,2
Níquel (mg/kg)	9,22	<0,003	9,25	7,64	3,49
Plata (mg/kg)	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003
Plomo (mg/kg)	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003
Sulfuro (mg/kg)	0,012	0,008	0,013	0,006	0,005

Fuente: elaboración propia en base a los resultados del laboratorio ACON.

Como se puede apreciar, no se identificó en ninguna de ellas la presencia de antimonio, cadmio, plata y plomo. Los valores de arsénico y mercurio estuvieron en línea con los antecedentes, con este último siempre en el orden del microgramo/unidad. Por otro lado, se comprueba la presencia de bario, cianuro, cinc, cobre, manganeso y sulfuros, y presencia parcial de cromo, hierro y níquel. Todos los Compuestos de Interés – Cdl incluyendo además los hidrocarburos totales estuvieron por debajo de los valores guía de suelos para uso industrial o incluso agrícola.

Conclusiones

Como conclusión general se puede señalar que, en lo que hace a los Compuestos Críticos – CC: arsénico y mercurio y en línea con los antecedentes, en principio se confirma que no existe riesgo de contaminación de estos compuestos. Los resultados de los diferentes analitos están aproximadamente en correspondencia con las campañas antecedentes en general, y los metales pesados en especial que son los de especial interés, dentro de los Compuestos de Interés – Cdl, por las características de la actividad analizada.

A su vez, tanto el predio de la Central Térmica como su entorno inmediato, no presenta indicios de haber sido contaminado durante la construcción, por lo menos a la fecha de la realización de la campaña – fines del 2021. La campaña confirma las características del Medio Físico señaladas en las diferentes Líneas de Base Ambiental antecedentes.

1.1.8. Transformación del terreno

Introducción

El emplazamiento finalmente adoptado de la Central Térmica Río Turbio – CTRT, trajo como consecuencia la necesidad de proceder a una mejora y sustitución integral de la base de cimentación, como consecuencia de varios condicionantes directamente relacionados con esa elección.

Por un lado la central se construyó en la planicie de inundación del Río Turbio, quedando expuesta en lo que es el cauce del río en épocas de crecida. Como primera consecuencia geotécnica de esta ubicación, el sustrato es en síntesis un paquete de material aluvional heterogéneo, de limos arenosos sueltos o medianamente sueltos en superficie hasta profundidades importantes y con arenas, gravas y rodados de mayor compacidad y sin finos a más profundidad y a cotas irregulares.

De acuerdo con las investigaciones realizadas, el sustrato de este paquete aluvional es una limolita impermeable a unos 27 metros de profundidad respecto a la cota inicial del terreno.

Por otro lado la permeabilidad del paquete aluvional es muy alta y la oscilación del nivel freático proporcional a las crecidas estacionales del río. La dinámica fluvial del Río Turbio asociada a las características de los materiales indicados y las cotas de la superficie actual conducen a lo que en los Estudios Ambientales Antecedentes se describen como “elevada peligrosidad geológica, especialmente relacionada con el peligro de inundación, el peligro de erosión fluvial y el peligro de remoción en masa”.

Estas características definen una parcela con materiales de escasa capacidad portante para las cargas previstas así como la necesidad de elevación de la cota de explanación respecto a la cota actual para evitar el riesgo de inundación de las instalaciones.

Por tales motivos se realizaron trabajos destinados a:

- Realizar una mejor integral del subsuelo
- Aumentar la densidad relativa de los materiales, su capacidad de carga y disminuir su compresibilidad
- Conseguir condiciones geotécnicas adecuadas para la cimentación.
- Elevar el relleno mejorado hasta una cota que elimine la posibilidad de inundación.

El Plan de Trabajo desarrollado incluyó (a) Excavaciones, (b) Tratamiento de Fondo y (c) Rellenos.

a) Excavaciones

Las excavaciones se realizaron por fases según el avance de obra. Previamente se realizaron las labores de desbroce y eliminación de la capa vegetal y posibles rellenos antrópicos.

En una 1ª fase se excavó hasta alcanzar la cota del nivel freático en estiaje en un área de 150 x 150 m, medidos a cota final de nivelación y que abarcó desde el vial Sur, junto a chimenea, hasta el lado Norte del Edificio de Turbinas y desde el vial Este hasta el lado Oeste de los Tanques de Agua Desmineralizada y de Servicios.

En una 2ª fase se extendió la excavación hasta el vial Sur, junto a Subestación, y hasta el vial Oeste. También se incluyó el área ocupada por los edificios de Oficinas y Taller Almacén.

En una 3ª fase de excavación se incluye el área de los parques de Restos de Combustión y Carbón, que se realizó igualmente hasta la cota de nivel freático en estiaje.

b) Tratamiento de Fondo

Desde el nivel freático se extendió en el fondo de excavación una capa de bolos y canto rodado grueso apisonado, del espesor necesario para emerger del agua. La capa se estabilizó granularmente con canto rodado de menor diámetro hasta obtener una superficie lisa sobre la que se extendió una lámina de geotextil de 500 g, cuya finalidad es evitar la migración de finos del futuro relleno compactado al terreno subyacente.

c) Rellenos

Para todos los rellenos se usaron “suelos seleccionados”, “suelos adecuados” y “suelos tolerables” según caso.

i. Suelos seleccionados

Se consideraron como tales aquellos que cumplieron las siguientes condiciones:

- Contenido en materia orgánica inferior al cero con dos por ciento (MO R 0,2%), según UNE 103204.

- Contenido en sales solubles en agua, incluido el yeso, inferior al cero con dos por ciento (SS R 0,2%), según NLT 114.
- Tamaño máximo no superior a cien milímetros ($D_{max} \ll 100$ mm).
- Cernido por el tamiz 0,40 UNE menor o igual que el quince por ciento (# 0,40 « 15%) o que en caso contrario cumpliera todas y cada una de las condiciones siguientes:
- Cernido por el tamiz 2 UNE, menor del ochenta por ciento (# 2 R 80%).
- Cernido por el tamiz 0,40 UNE, menor del setenta y cinco por ciento (# 0,40 R 75%).
- Cernido por el tamiz 0,080 UNE inferior al veinticinco por ciento (# 0,080 R 25%).
- Límite líquido menor de treinta (LL R 30), según UNE 103103.
- Índice de plasticidad menor de diez (IP R 10), según UNE 103103 y UNE 103104.

ii. Suelos adecuados

Se consideraron como tales los que no pudiendo ser clasificados como suelos seleccionados cumplían las condiciones siguientes:

- Contenido en materia orgánica inferior al uno por ciento (MO R 1%), según UNE 103204.
- Contenido en sales solubles, incluido el yeso, inferior al cero con dos por ciento (SS R 0,2%), según NLT 114.
- Tamaño máximo no superior a cien milímetros ($D_{max} \ll 100$ mm).
- Cernido por el tamiz 2 UNE, menor del ochenta por ciento (# 2 R 80%).
- Cernido por el tamiz 0,080 UNE inferior al treinta y cinco por ciento (# 0,080 R 35%).
- Límite líquido inferior a cuarenta (LL R 40), según UNE 103103.
- Si el límite líquido es superior a treinta (LL T 30) el índice de plasticidad será superior a cuatro (IP T 4), según UNE 103103 y UNE 103104.

iii. Suelos tolerables

Se consideraron como tales los que no pudiendo ser clasificados como suelos seleccionados ni adecuados, cumplían las condiciones siguientes:

- Contenido en materia orgánica inferior al dos por ciento (MO R 2%), según UNE 103204.
- Contenido en yeso inferior al cinco por ciento (yeso R 5%), según NLT 115.
- Contenido en otras sales solubles distintas del yeso inferior al uno por ciento (SS R 1%), según NLT 114.
- Límite líquido inferior a sesenta y cinco (LL R 65), según UNE 103103.
- Si el límite líquido era superior a cuarenta (LL T 40) el índice de plasticidad debía ser mayor del setenta y tres por ciento del valor que resulta de restar veinte al límite líquido (IP T 0,73 (LL-20)).
- Asiento en ensayo de colapso inferior al uno por ciento (1%), según NLT 254, para muestra remoldeada según el ensayo Próctor normal UNE 103500, y presión de ensayo de dos décimas de megapascal (0,2 MPa).
- Hinchamiento libre según UNE 103601 inferior al tres por ciento (3%), para muestra remoldeada según el ensayo Próctor normal UNE 103500.

iv. Suelos marginales

Se consideraron como tales los que no pudiendo ser clasificados como suelos

seleccionados, ni adecuados, ni tampoco como suelos tolerables, por el incumplimiento de alguna de las condiciones indicadas para éstos, cumplan las siguientes condiciones:

- Contenido en materia orgánica inferior al cinco por ciento (MO R 5%), según UNE 103204.
- Hinchamiento libre según UNE 103601 inferior al cinco por ciento (5%), para muestra remoldeada según el ensayo Próctor normal UNE 103500.
- Si el límite líquido es superior a noventa (LL T 90) el índice de plasticidad será inferior al setenta y tres por ciento del valor que resulta de restar veinte al límite líquido (IP R 0,73 (LL-20)).

Los suelos adecuados y seleccionados se utilizaron en los casos que su capacidad portante se ajustara a la requerida para el tipo de explanada previsto en el sector de proyecto y su índice Valor Soporte California - CBR, correspondiente a las condiciones de compactación de puesta en obra, fuera como mínimo de cinco (CBR » 5), según UNE 103502.

Se descartaron los suelos considerados colapsables, entendiendo como tal aquellos en los que una muestra remoldeada y compactada con la densidad y humedad remoldeada del ensayo Próctor normal según UNE 103500, sufriera un asiento superior al uno por ciento (1%) de la altura inicial de la muestra cuando se ensaye según NLT 254 y presión de ensayo de dos décimas de megapascal (0,2 MPa).

Volúmenes

Los rellenos con los distintos suelos fueron realizados desde la cota de excavación hasta un nivel fuera de riesgo de inundación respecto de las crecidas excepcionales del Río Turbio.

La totalidad de los lados del predio expuestos a las márgenes del Río turbio fueron consolidados mediante un muro continuo de gaviones de alambre tejido romboidal, foirma rectangular y rellenos de piedra de gran tamaño.

Se adjuntan en el capítulo 9, punto 13 anexo, sección 6 Planos, los planos indicativos de los niveles de relleno del predio.

1.2. Climatología

1.2.1. Generalidades

El área de estudio se encuentra en la parte suroeste de la Provincia de Santa Cruz. En esta región la circulación atmosférica es la propia de las latitudes medias-altas del hemisferio austral (al sur del paralelo 40°S), caracterizado por veranos cortos y frescos (solo 4 meses con temperatura media superior a los 10 °C) e inviernos poco fríos (entre 0 y 3 °C de temperatura media).

El clima patagónico está dominado por las masas de aire de los vientos del oeste y, por lo tanto, se encuentra bajo el efecto de los sistemas asociados a estos: ciclones, anticiclones y frentes. La estrechez del continente y la intensidad de los vientos hacen que las masas de aire permanezcan poco tiempo sobre el continente, conservando mayormente sus características oceánicas (González, 2013).

El desplazamiento estacional de los centros de alta y baja presión sobre el Pacífico y las corrientes oceánicas costeras con dirección ecuatorial, determinan los patrones estacionales de la precipitación (Paruelo y otros, 1998). En invierno, la alta intensidad de la zona de baja presión polar y el desplazamiento hacia el norte del anticiclón del Pacífico determinan un aumento de las precipitaciones invernales sobre la región. Casi la mitad de las precipitaciones ocurren en los meses más fríos del año.

La Cordillera Patagónico-Fueguina, a pesar de las discontinuidades que presenta, constituye una eficaz barrera orográfica para las tierras situadas al este. Así, mientras en el flanco de barlovento se dan totales pluviométricos de 3.000 a 4.000 mm anuales, a sotavento se da un neto abrigo orográfico: el viento del oeste adquiere las características del föhn y las precipitaciones descienden hasta menos de 300 mm anuales en la costa argentina (Almonacid y otros, 2021).

Particularmente, la provincia de Santa Cruz tiene un fuerte gradiente de precipitaciones que decrece exponencialmente de oeste a este. Las estepas y los semidesiertos de la Patagonia reciben entre 600 y 120 mm de precipitaciones. En este sentido, en la mayor parte del territorio las precipitaciones no superan los 200 mm (Paruelo y otros, 1998). La escasa precipitación y la distribución invernal de esta determinan un fuerte déficit hídrico estival. Sobre la base de la relación evapotranspiración potencial/precipitación anual media, más del 55% de la Patagonia es árida o hiperárida y solo un 9%, subhúmeda (Paruelo y otros., 1998).

El patrón espacial de la temperatura está determinado principalmente por el gradiente latitudinal norte-sur y la altitud (Villalba y otros, 2013; Almonacid y otros, 2022). La cordillera de los Andes también introduce cambios en el patrón espacial de temperatura a través de la liberación de calor adiabático de las masas de aire del Pacífico a medida que descienden de la montaña (Bianchi y otros, 2016). La zona más cálida de Santa Cruz es el noreste, con temperaturas medias anuales entre 10 y 13 °C, mientras que el clima más frío se presenta hacia el oeste y el sur, con valores medios anuales entre 6 y 8 °C (Almonacid y otros, 2022). Las mayores diferencias espaciales en la temperatura media mensual se registran para el mes de enero (el mes más cálido), con un rango de variación superior a los 5 °C, exhibiendo una máxima de 16,7 °C en el noreste de la provincia y una mínima de 11,4 °C hacia el sur, en el límite con Chile (Almonacid y otros, 2022). En julio (el mes más frío), estas diferencias son menores, con un rango de variación de 3,7 °C, una máxima de 3,8 °C y una mínima de 0,1 °C para las mismas regiones, respectivamente.

La zona es ventosa durante todo el año y tienen una dirección predominantemente del oeste que es más intenso en especial durante los meses de verano. Por lo tanto, los fuertes vientos del oeste modifican sensiblemente la sensación térmica y la reducen, en promedio, 4,2°C. Este

efecto es más marcado en verano y genera veranos templados o aún fríos, una característica distintiva del clima patagónico (*Paruelo y otros, 2005*).

1.2.2. Caracterización a considerar

La estación meteorológica más cercana dependiente del Servicio Meteorológico Nacional – SMN es la del Calafate que, si bien no es indicativa del área en estudio ya que poseen comportamientos topográficos y climáticos diferentes, es un parámetro oficial a tener en cuenta sobre todo porque se ha utilizado en los antecedentes. Por estos motivos se presentan sus datos actualizados a continuación. Por otro lado, en la siguiente sección, se presenta la caracterización climática de la zona de Río Turbio en base a los datos locales.

Dicha estación meteorológica arroja los siguientes registros:

En la región los veranos son frescos y mayormente nublados, los inviernos son muy fríos y parcialmente nublados y está ventoso todo el año. Durante el transcurso del año, la temperatura generalmente varía de -2°C a 14°C y rara vez baja a menos de -7°C o sube a más de 19°C . Los valores climatológicos se pueden observar en las imágenes 30 y 31.

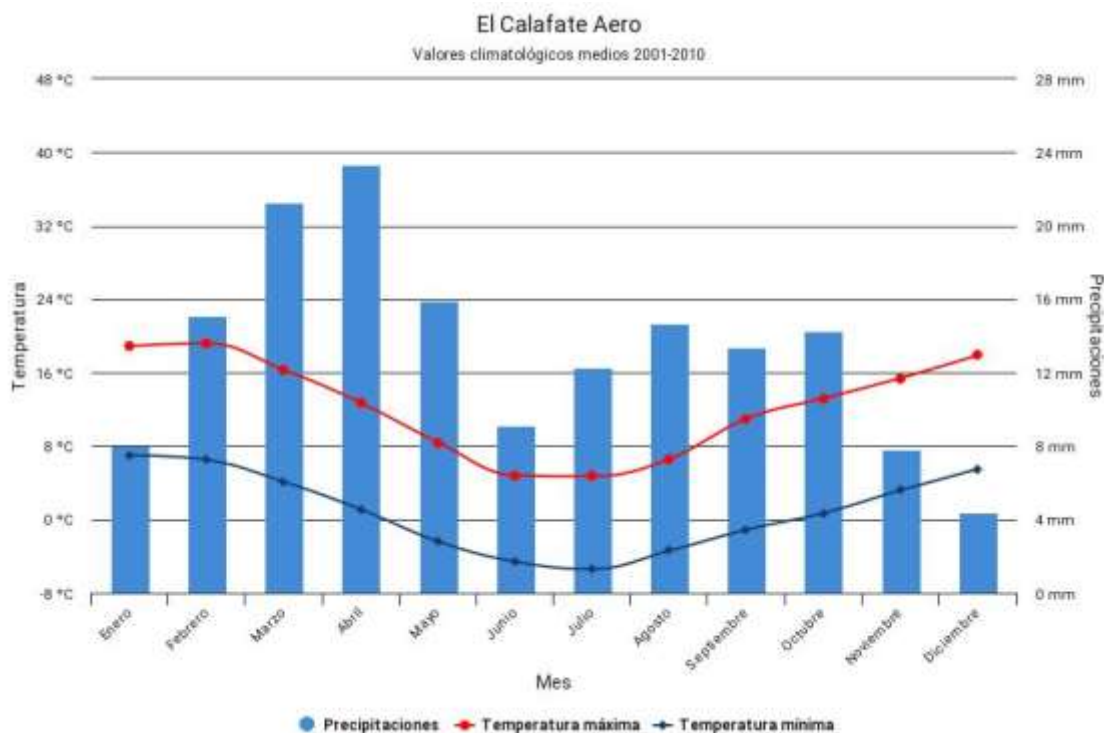


Imagen N° 36. Variables climatológicas estación de El Calafate

Fuente: SMN.

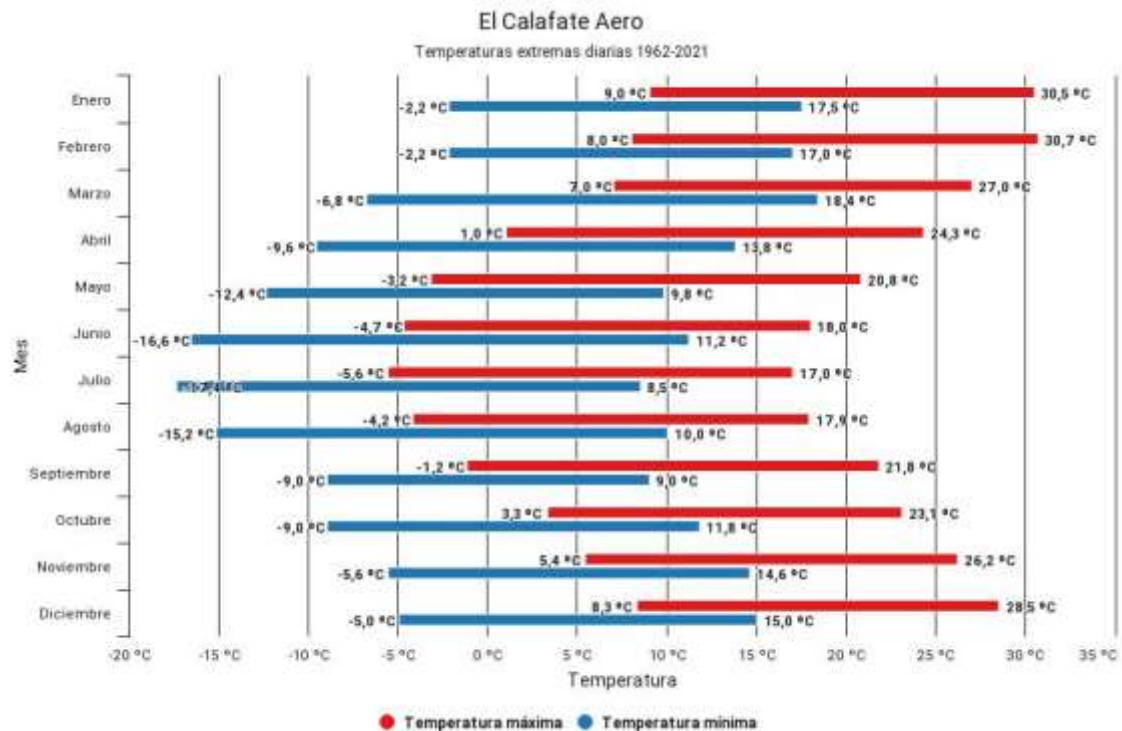


Imagen Nº 37. Temperaturas extremas diarias estación de El Calafate
Fuente: SMN.

Respecto de eventos extremos, en cuanto a olas de calor, el SMN define a un evento de ola de calor cuando las temperaturas máximas y mínimas superan o igualan, por lo menos durante 3 días consecutivos y en forma simultánea, ciertos valores umbrales que dependen de cada localidad (percentil 90 del semestre cálido octubre-marzo). Para El Calafate Aero los valores umbrales son (calculados a partir del período 1961-2010): temperatura máxima = 21.8 °C | temperatura mínima = 10 °C (cuadro 11, imagen 38).

Cuadro Nº 11. Ola de calor

Duración (días)	Fecha de inicio	Fecha de fin	Temperatura máxima absoluta	Temperatura mínima absoluta
12	1984-12-18	1984-12-29	28.5	14.2
7	1992-01-20	1992-01-26	27.3	13.8
6	1975-01-02	1975-01-07	29.2	11.2
5	1975-01-27	1975-01-31	30.5	15.5
4	1965-12-28	1965-12-31	25.7	15

Fuente: SMN.

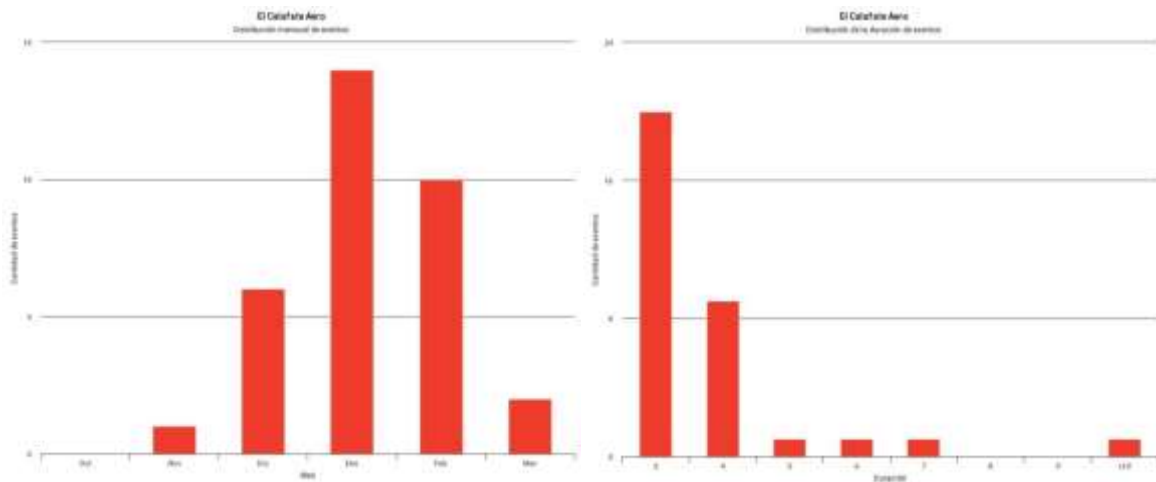


Imagen N° 38. Ola de calor estación de El Calafate
Fuente: SMN.

Respecto de olas de frío, las mismas se definen cuando las temperaturas máximas y mínimas igualan o son inferiores, por lo menos durante 3 días consecutivos y en forma simultánea, a ciertos valores que dependen de cada localidad (percentil 10 del semestre frío abril-agosto). Para El Calafate Aero los valores umbrales son (calculados a partir del período 1961-2010): temperatura máxima = 1.8 °C | temperatura mínima = -6 °C (cuadro 12, imagen 39).

Cuadro N° 12 - Ola de frío

Duración (días)	Fecha de inicio	Fecha de fin	Tempratura máxima absoluta	Temperatura mínima absoluta
16	1982-07-01	1982-07-16	-3.4	-11
16	2001-07-11	2001-07-26	-4.6	-17.2
9	1973-07-15	1973-07-23	-5.6	-10.2
7	1984-06-18	1984-06-24	-3	-10
7	1984-07-09	1984-07-15	-4.5	-11

Fuente: SMN.

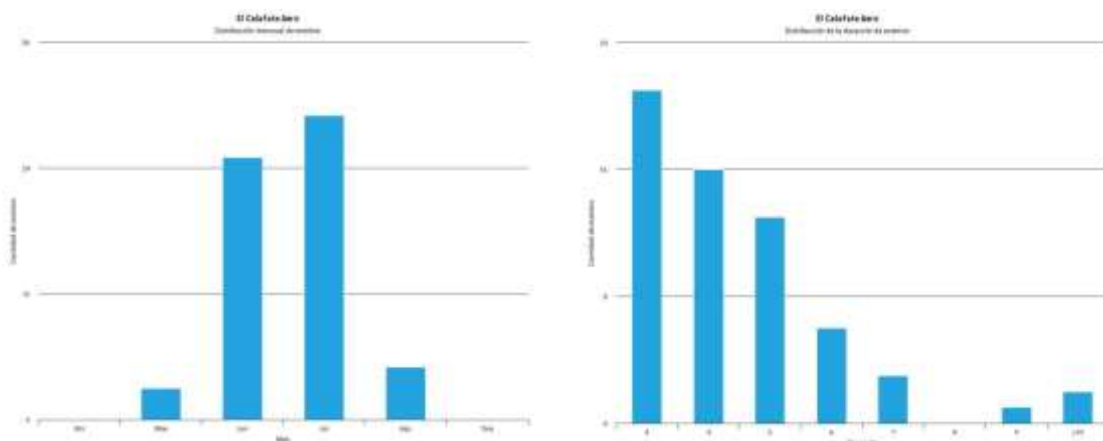


Imagen N° 39. Ola de frío estación de El Calafate
Fuente: SMN.

Un período excesivamente cálido es aquel en el cual las temperaturas máximas o mínimas superan o igualan, por lo menos durante 3 días consecutivos, a ciertos valores que dependen de umbrales de cada localidad (percentil 90 del semestre cálido octubre-marzo). Para El Calafate Aero los valores umbrales son (calculados a partir del período 1961-2010):

temperatura máxima = 21.8 °C | temperatura mínima = 10 °C

Los períodos excesivamente cálidos (con respecto a la temperatura máxima) más largos para El Calafate Aero fueron:

Cuadro N° 13 - Períodos excesivamente cálidos (respecto a temperatura máxima)

Duración (días)	Fecha de inicio	Fecha de fin	Tempratura máxima absoluta	Temperatura mínima absoluta
16	2008-01-19	2008-02-03	28.3	24.22
13	1984-12-17	1984-12-29	28.5	25.9
13	1998-02-11	1998-02-23	26.8	24.5
12	2005-02-02	2005-05-13	28.4	24.65
8	1992-01-19	1992-01-26	27.3	24.8

Fuente: SMN.

Los períodos excesivamente cálidos (con respecto a la temperatura mínima) más largos para El Calafate Aero fueron:

Cuadro N° 14- Períodos excesivamente cálidos (respecto a temperatura mínima)

Duración (días)	Fecha de inicio	Fecha de fin	Tempratura máxima absoluta	Temperatura mínima absoluta
13	1984-12-18	1984-12-30	14.2	12.06
8	1992-01-20	1992-01-27	13.8	11.18
8	1995-12-19	1995-12-26	14.3	12.41
7	1975-01-02	1975-01-08	12.6	10.91
7	1980-11-26	1980-12-02	14.6	12.2

Fuente: SMN.

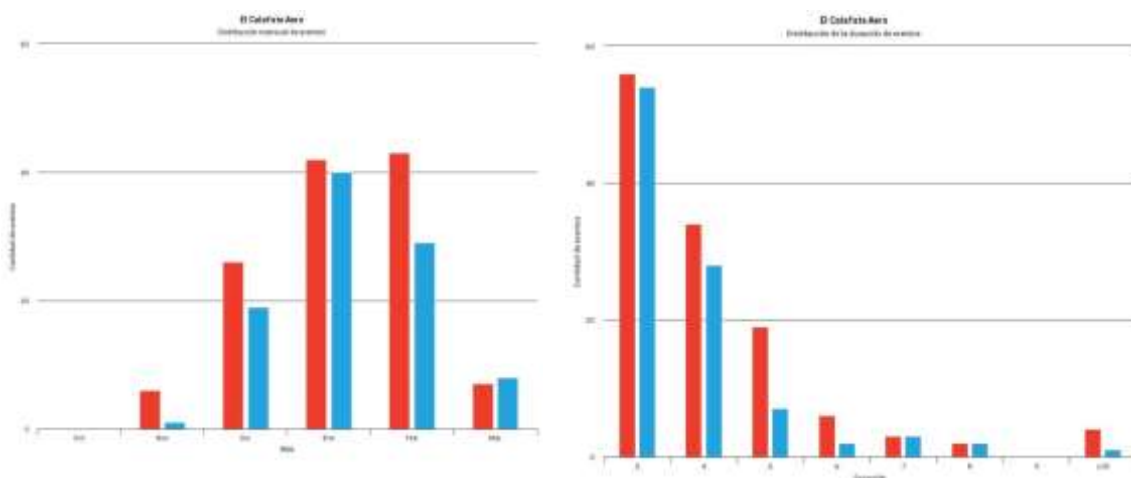


Imagen N° 40. Períodos de temperaturas extremas elevadas estación de El Calafate por mes octubre-marzo (izquierda) y por duración de eventos de 3 a 10 meses (derecha)

Fuente: SMN.

Un período excesivamente frío es aquel en el cual las temperaturas máximas o mínimas igualan o son inferiores, por lo menos durante 3 días consecutivos, a ciertos valores que dependen de umbrales de cada localidad (percentil 10 del semestre frío abril-agosto). Para El Calafate Aero los valores umbrales son (calculados a partir del período 1961-2010): temperatura máxima = 1.8 °C | temperatura mínima = -6 °C

Los períodos excesivamente fríos (con respecto a la temperatura máxima) más largos para El Calafate Aero fueron:

Cuadro N° 15. Períodos excesivamente fríos (respecto temperatura máxima)

Duración (días)	Fecha de inicio	Fecha de fin	Tempratura máxima absoluta	Temperatura mínima absoluta
20	1982-06-28	1982-07-17	-3.4	-0.99
16	1973-07-08	1973-07-23	-5.6	-1.59
16	2001-07-11	2001-07-26	-4.6	-2.27
14	1984-07-09	1984-07-22	-4.5	-1.07
13	1977-07-08	1977-07-20	-3	-0.56

Fuente: SMN.

Los períodos excesivamente fríos (con respecto a la temperatura mínima) más largos para El Calafate Aero fueron:

Cuadro Nº 16- Períodos excesivamente fríos (respecto temperatura mínima)

Duración (días)	Fecha de inicio	Fecha de fin	Tempratura máxima absoluta	Temperatura mínima absoluta
18	2001-07-10	2001-07-27	-17.2	-12.14
16	1982-07-01	1982-07-16	-11	-8.02
14	2003-06-09	2003-06-22	-10.2	-7.73
13	2016-04-24	2016-05-06	-9.4	-7.49
12	1984-06-18	1984-06-29	-11.5	-8.65

Fuente: SMN.

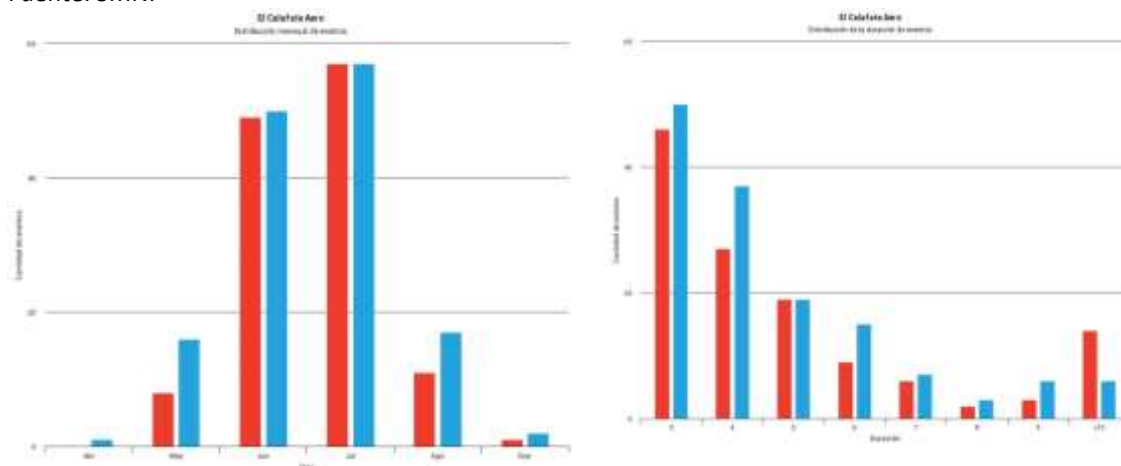


Imagen Nº 41. Períodos de temperaturas extremas muy bajas estación de El Calafate por mes abril-septiembre (izquierda) y por duración de eventos de 3 a 10 meses (derecha)

Fuente: SMN.

En las siguientes imágenes se observan las temperaturas media anual, mínima y máxima para la República Argentina.

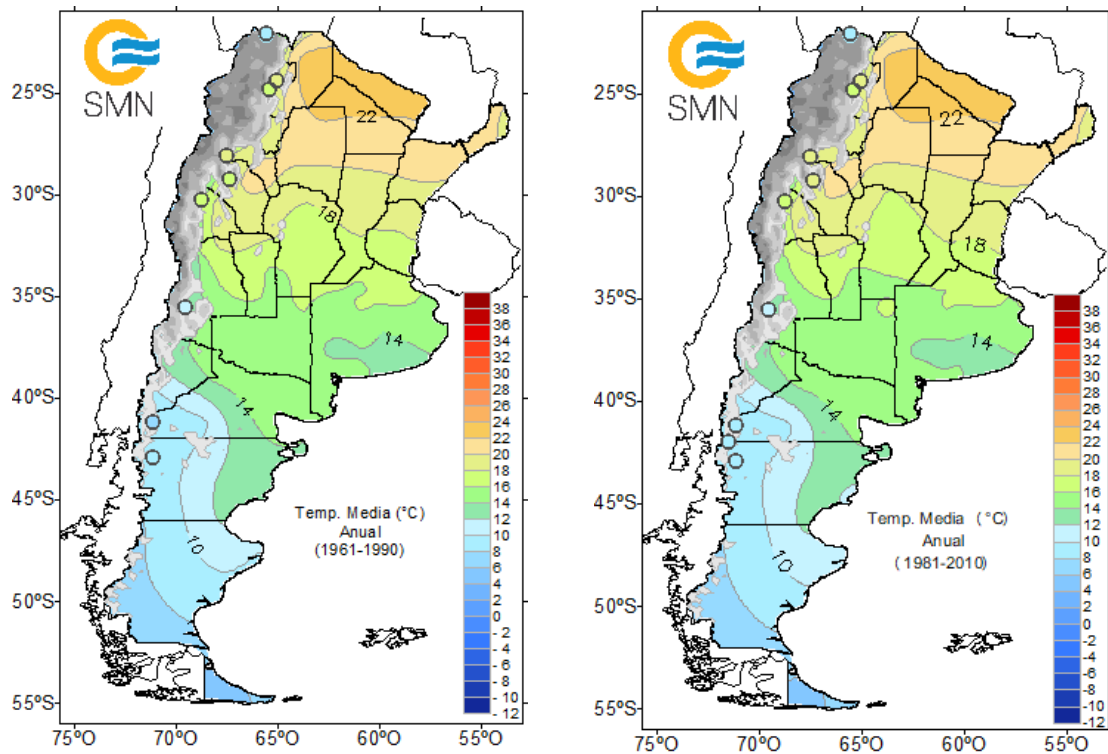


Imagen N° 42. Temperatura Media Anual Rca. Argentina

Fuente: SMN.

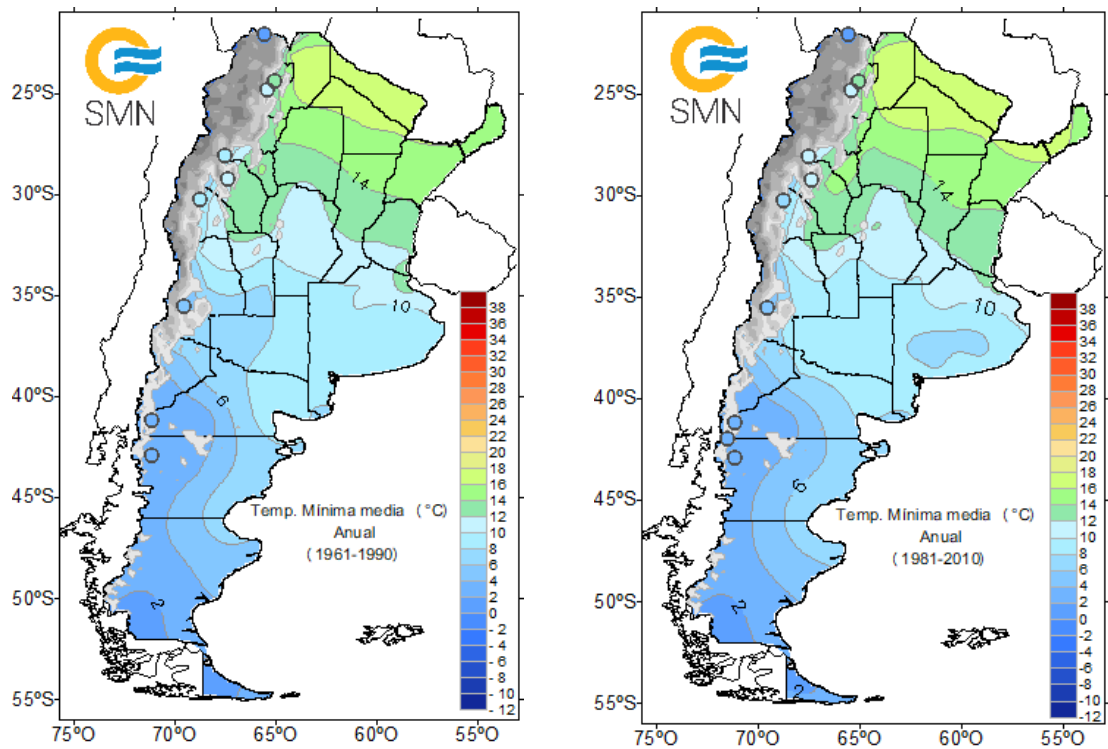


Imagen N° 43. Temperatura mínima media anual Rca. Argentina

Fuente: SMN.

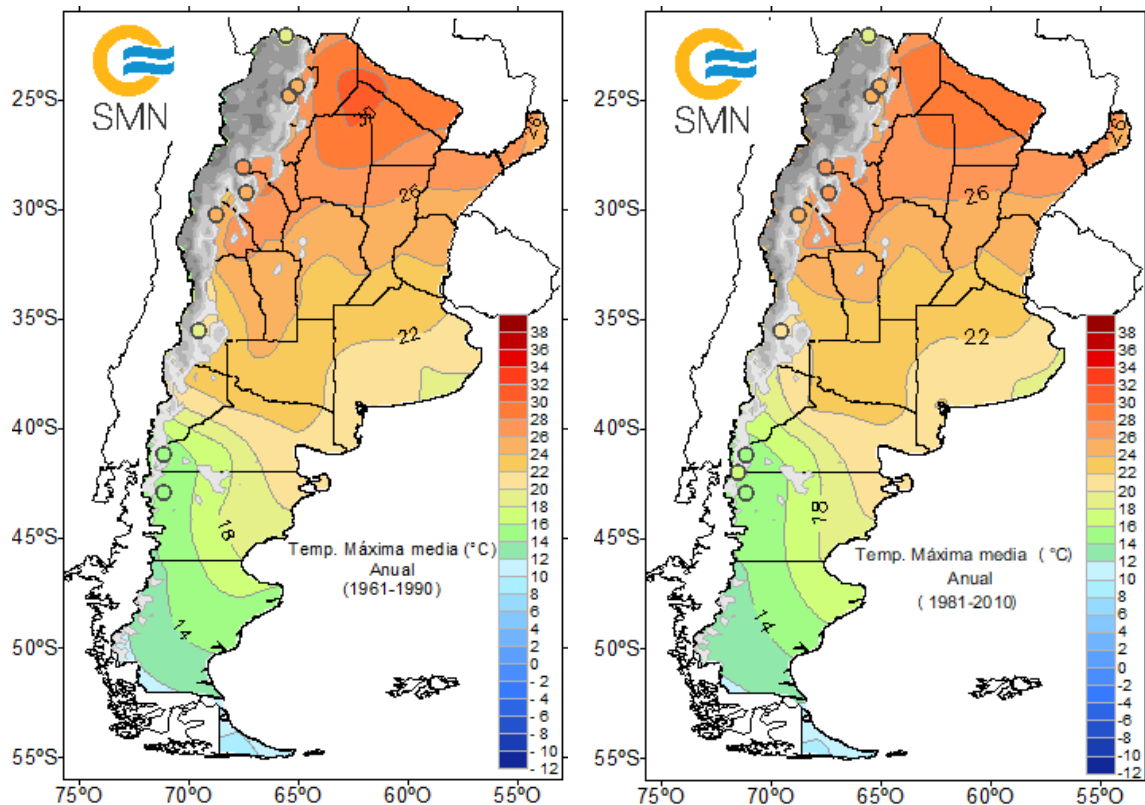


Imagen N° 44. Temperatura máxima media anual Rca. Argentina

Fuente: SMN.

Toda la región patagónica está situada en la parte Sur del sistema semipermanente 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, lo que establece un clima Frío Húmedo Austral en el Sur de la Provincia de Santa Cruz.

Las precipitaciones extremas registradas en dicha estación meteorológica se pueden observar a continuación, así como las precipitaciones anuales y la frecuencia en días de las mismas (imagen 45, 46 y 47).

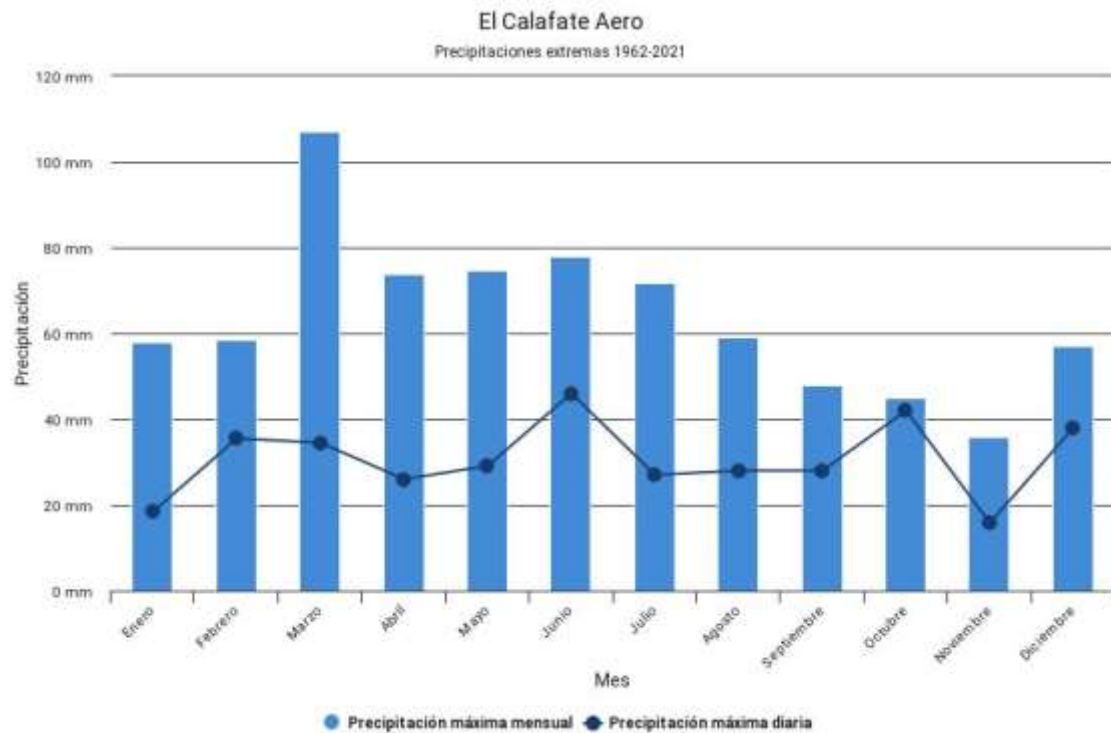


Imagen N° 45. Precipitaciones extremas estación de El Calafate
Fuente: SMN.

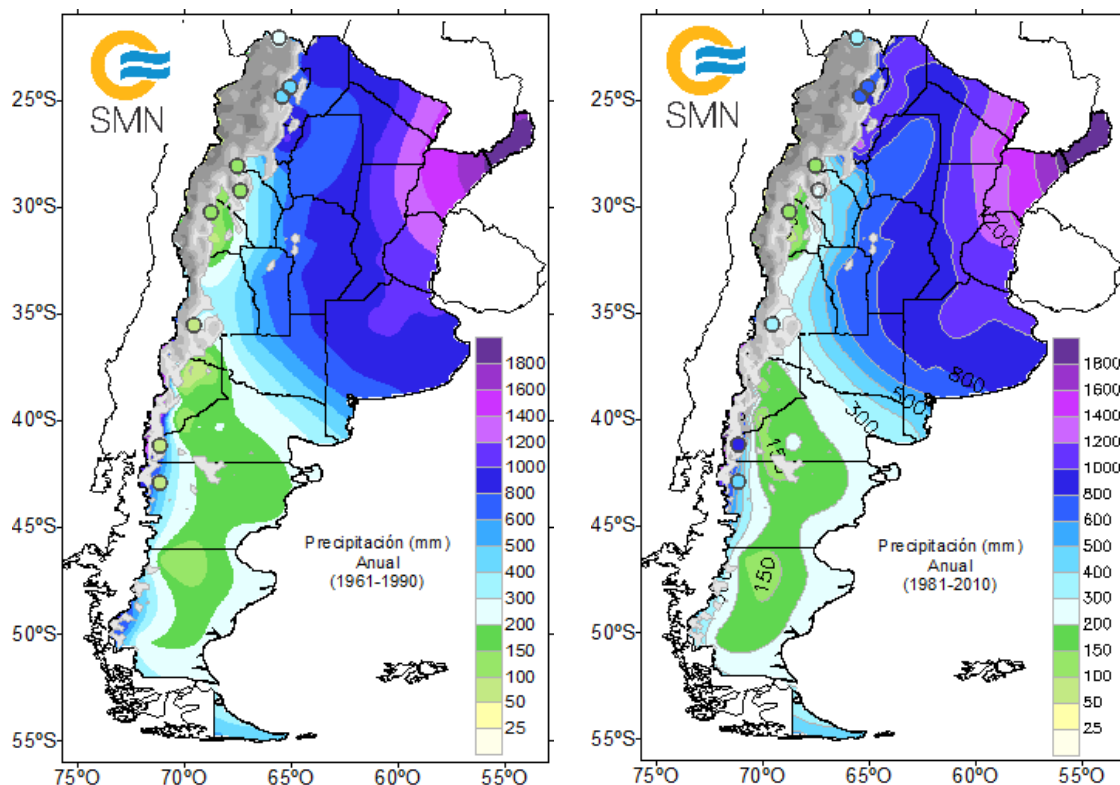


Imagen N° 46. Precipitación anual Rca. Argentina
Fuente: SMN.

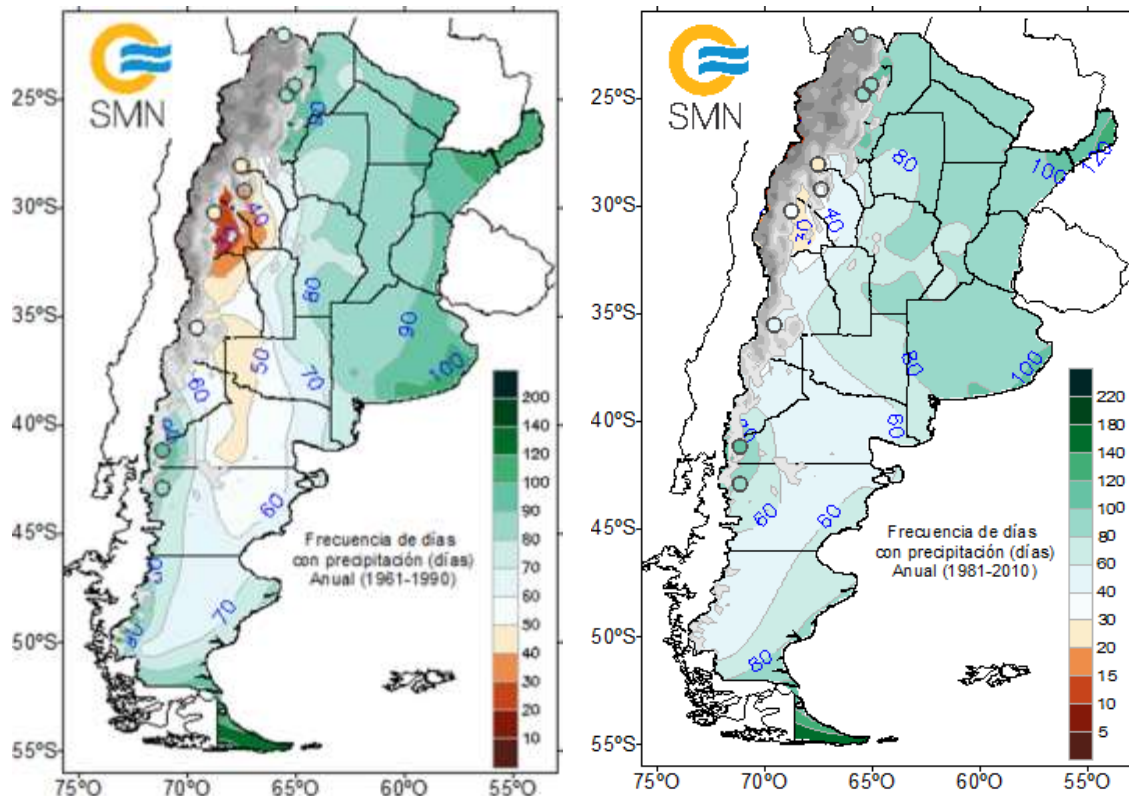


Imagen N° 47. Frecuencia de días con precipitación anual Rca. Argentina

Fuente: SMN.

1.2.3. Caracterización climática local

Bases de datos

Para realizar una caracterización climática del área de estudio se recurrieron a diferentes fuentes de información, ya que no se cuenta con ninguna estación meteorológica oficial que brinde registros de las principales variables climáticas. Por ello, para la representación de la dinámica espacio temporal de la precipitación y temperatura se utilizaron las “bases de datos reticuladas” propuesta por Almonacid y otros (2021 y 2022), que muestran la dinámica de ambas variables para toda la provincia de Santa Cruz en una resolución de 20 km para el periodo de referencia 1995-2014.

Mientras que para la representación de otras variables como intensidad y dirección del viento se utilizaron datos provenientes de la estación meteorológica perteneciente a la Universidad Nacional de la Patagonia Austral instalada en la localidad de Río Turbio (coordenadas: 51°31'55,19"S – 72°19'40,48"O). Solo se cuenta con un registro desde 1/01/2019 al 13/12/2021, no alcanzando esta serie para una representación fehaciente del clima, sino más bien sirviendo para realizar una caracterización del período mencionado. La misma es una estación Vantage PRO, y esta ubicada a 327 msnm, con su anemómetro ubicado a 10 m sobre el suelo.

Precipitación

La precipitación media anual de la región en estudio oscila entre los 300 y 500 mm/año para el período de referencia, estableciéndose un gradiente en ascenso a medida que nos acercamos a la cordillera de Los Andes (imagenes 48 y 49).

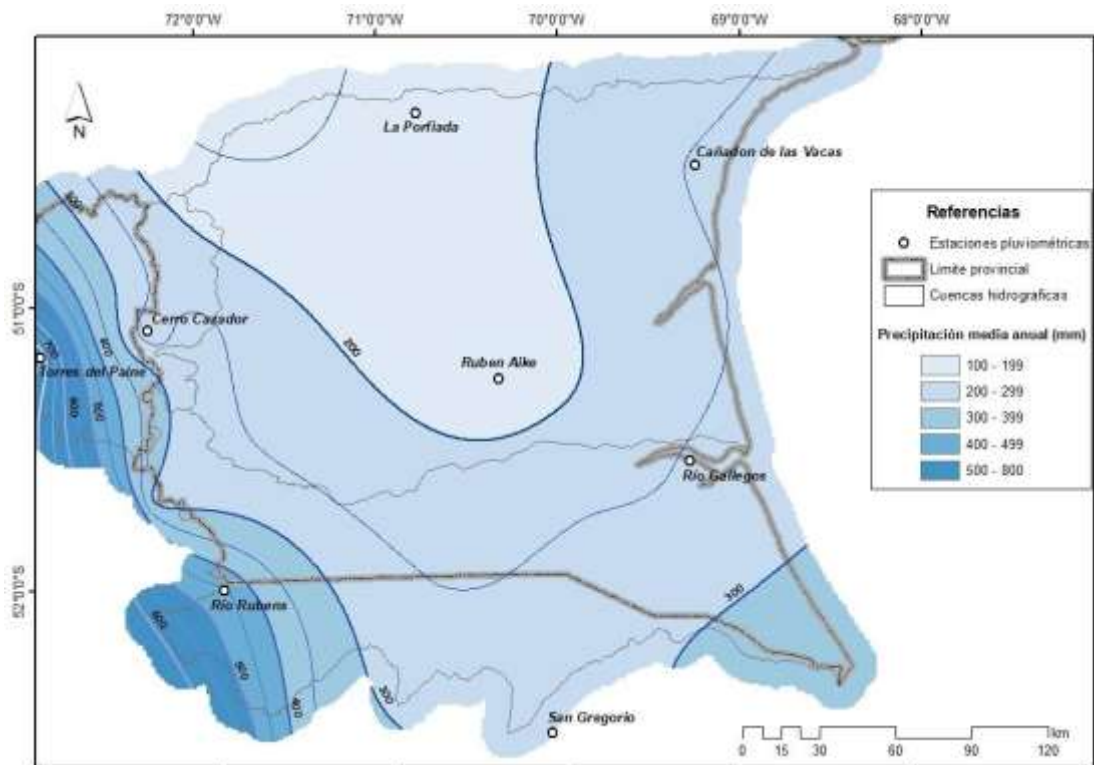


Imagen N° 48 – Mapa de Isohietas medias anuales para la región de interés de proyecto, al sur de la provincia de Santa Cruz entre 1995-2014. Adaptado de Almonacid et al., (2018a; 2019).

La precipitación presenta variación intraanual, no siendo la misma a lo largo del año. En esta región la precipitación media suele presentarse entre los 100-150 mm para el verano y el otoño; mientras que las estaciones con menos lámina precipitada son el invierno y la primavera con una precipitación entre 50 y 100 mm (imagen 49).

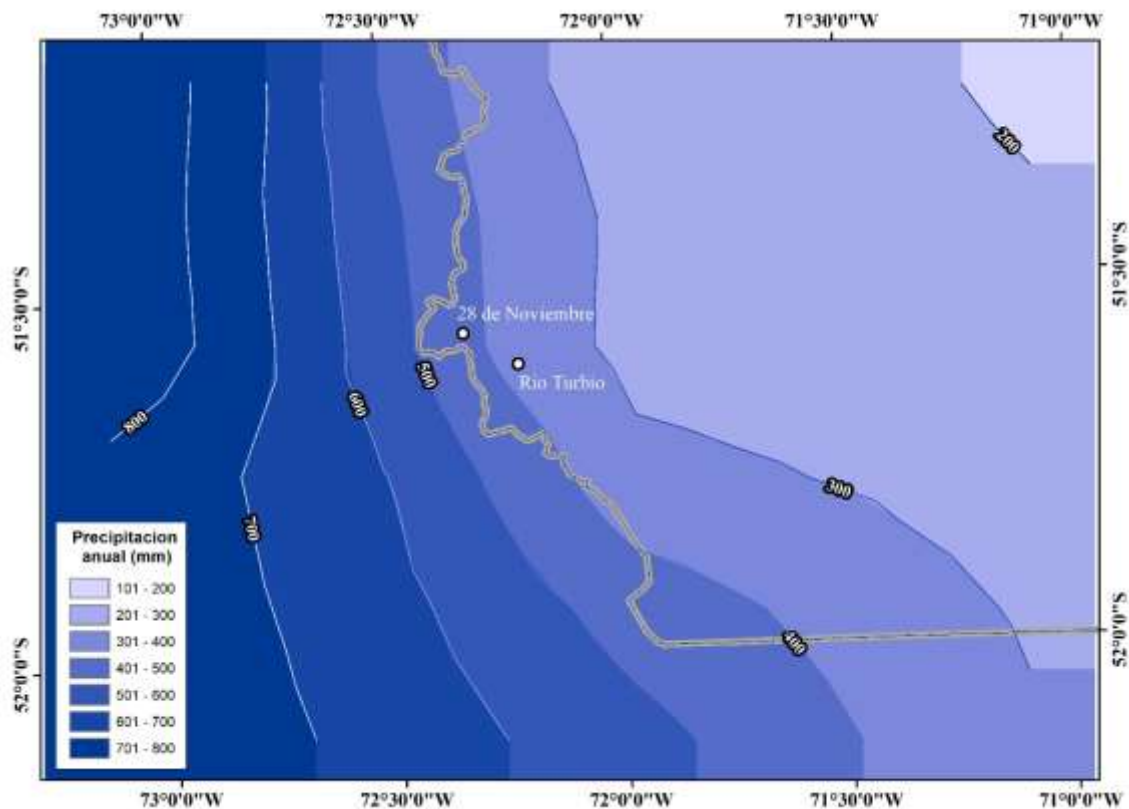


Imagen Nº 49. Precipitación media anual de la región suroeste de Santa Cruz para el periodo 1995-2014
Fuente: Almonacid y otros, 2021.

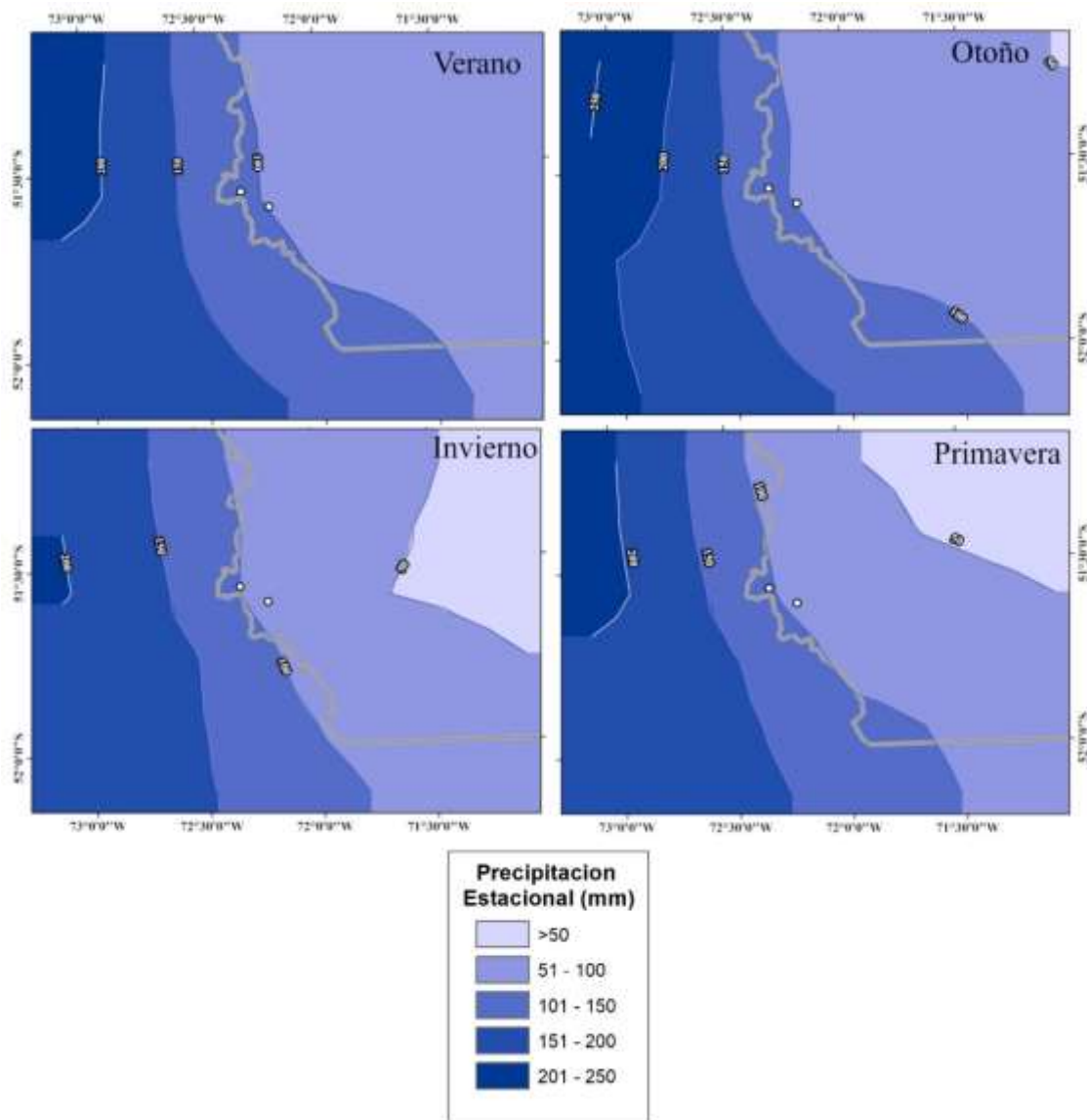


Imagen Nº 50. Variación estacional de la precipitación en la región suroeste de Santa Cruz, para el periodo 1995-2014

Fuente: Almonacid y otros, 1995-2014.

Con respecto a la precipitación media mensual para las localidades de Río Turbio y 28 de Noviembre es de 228,9 mm/mes, siendo los meses de marzo y abril aquellos con mayor lámina precipitada con 39,7 y 38,5 mm/mes respectivamente; mientras que la precipitación media para el resto de los meses oscila entre 24 y 28 mm/mes (imagen 51).

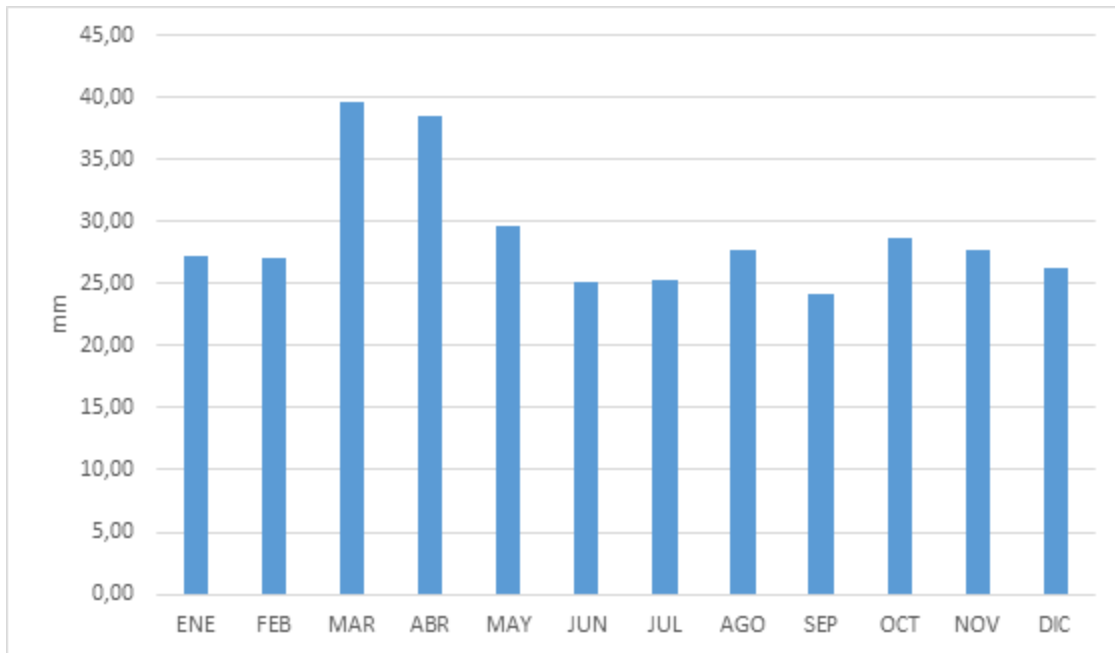


Imagen N° 51. Precipitación media mensual para las localidades de Río Turbio y 28 de Noviembre para el periodo 1995-2014

Fuente: Almonacid y otros (2021).

Particularmente para los tres últimos años (2019, 2020, 2021), la precipitación anual fue de 413 mm/año (2019), 324 mm/año (2020) y 232 mm/año (2021).

De acuerdo a los datos recabados durante los años 2019, 2020 y 2021 por la estación meteorológica ubicada en Río Turbio, ocurrieron un total de 411 eventos de precipitación mayores a 0,2 mm/día, de los cuales cerca del 87% fueron eventos de baja intensidad menores a los 5 mm/día (cuadro 17). Los eventos mayores a 10 mm/día son menos probables, ocurriendo solo el 4% del total de eventos. El mayor evento se presentó durante noviembre de 2019, con un total de 32 mm/día, con la salvedad que este mes resultó ser uno de los más llovedores de toda la serie con un total precipitado de 100 mm.

Cuadro N° 17. Frecuencia de eventos por su intensidad de lluvia diaria para la localidad de Río Turbio en el periodo 2019-2021.

Mm/día	Frec.	%
< 5	361	87.8
5 a 10	31	7.54
10 a 20	17	4.14
20 a 30	1	0.24
> 30	1	0.24
	411	100

Fuente: elaboración propia.

Temperatura

La temperatura media anual en la región suroeste de la provincia de Santa Cruz oscila entre los 6 y 7 °C, siendo cada vez menores mientras nos dirigimos hacia latitudes más altas (imagen 52).

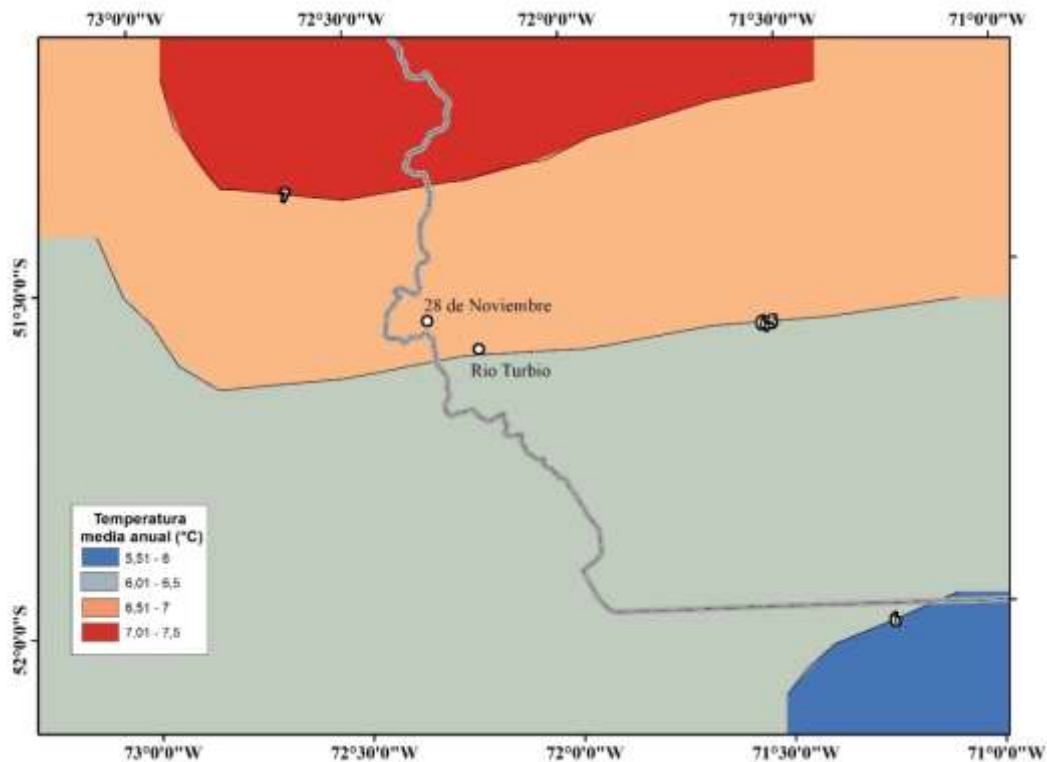


Imagen N° 52. Temperatura media anual para el suroeste de Santa Cruz para el periodo 1995-2014
Fuente: Almonacid y otros (2022).

El mes de febrero, con 12 °C de temperatura media, resulta ser el mes más caluroso, mientras que junio, con una temperatura media de 1,8 °C resulta ser el mes más frío del año (imagen 53).

Según los tres años de registros tomados en la localidad de Río Turbio, la temperatura media anual resultó ser de 6,3 °C, siendo el año 2020 el más frío, con una media anual de 5,8 °C.

En el mes de febrero se suele presentar una temperatura máxima promedio de 29,4 °C, siendo el mayor registrado para el período analizado (2019-2021) (cuadro 18). Con respecto a las temperaturas mínimas, los meses de marzo a noviembre presentaron valores por debajo de 0°, siendo junio y julio aquellos con las temperaturas más extremas negativas registradas.

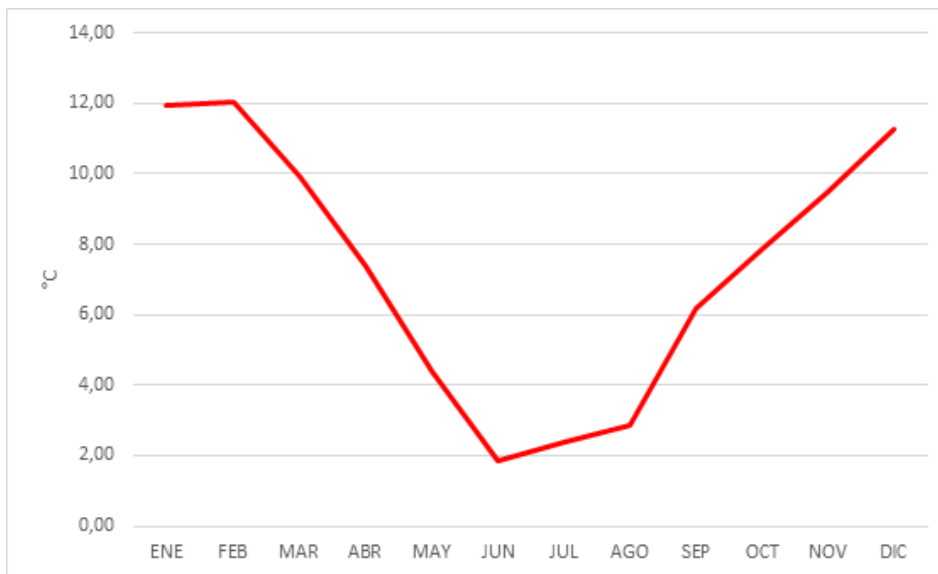


Imagen N° 53. Temperatura media mensual para las localidades de Río Turbio y 28 de Noviembre para el periodo 1995-2014

Fuente: Almonacid y otros (2021).

La temperatura máxima absoluta registrada fue de 32,8 °C en el mes de febrero de 2019, mientras que la mínima absoluta registrada fue de -19,3 °C en el mes de junio de 2020.

Cuadro N° 18 - Temperatura (°C) media, maxima y minimas promedio para la estacion Río Turbio (UART) para el periodo 2019-2021).

Mes	T_media	T_max	T_min
Ene	10.1	22.5	0.7
Feb	12.0	29.4	0.3
Mar	10.5	21.9	-0.7
Abr	7.2	19.2	-4.6
May	4.4	14.6	-4.9
Jun	0.5	11.2	-13.4
Jul	0.3	9.5	-10.9
Ago	2.5	11.7	-8.1
Sep	5.1	15.3	-4.7
Oct	7.2	20.0	-4.6
Nov	9.3	21.1	-0.8
Dic	11.2	19.7	0.7

Nota: T_media: Temperatura del aire media mensual; T_max: Temperatura maxima media del aire; T_min: Temperatura minima media del aire.

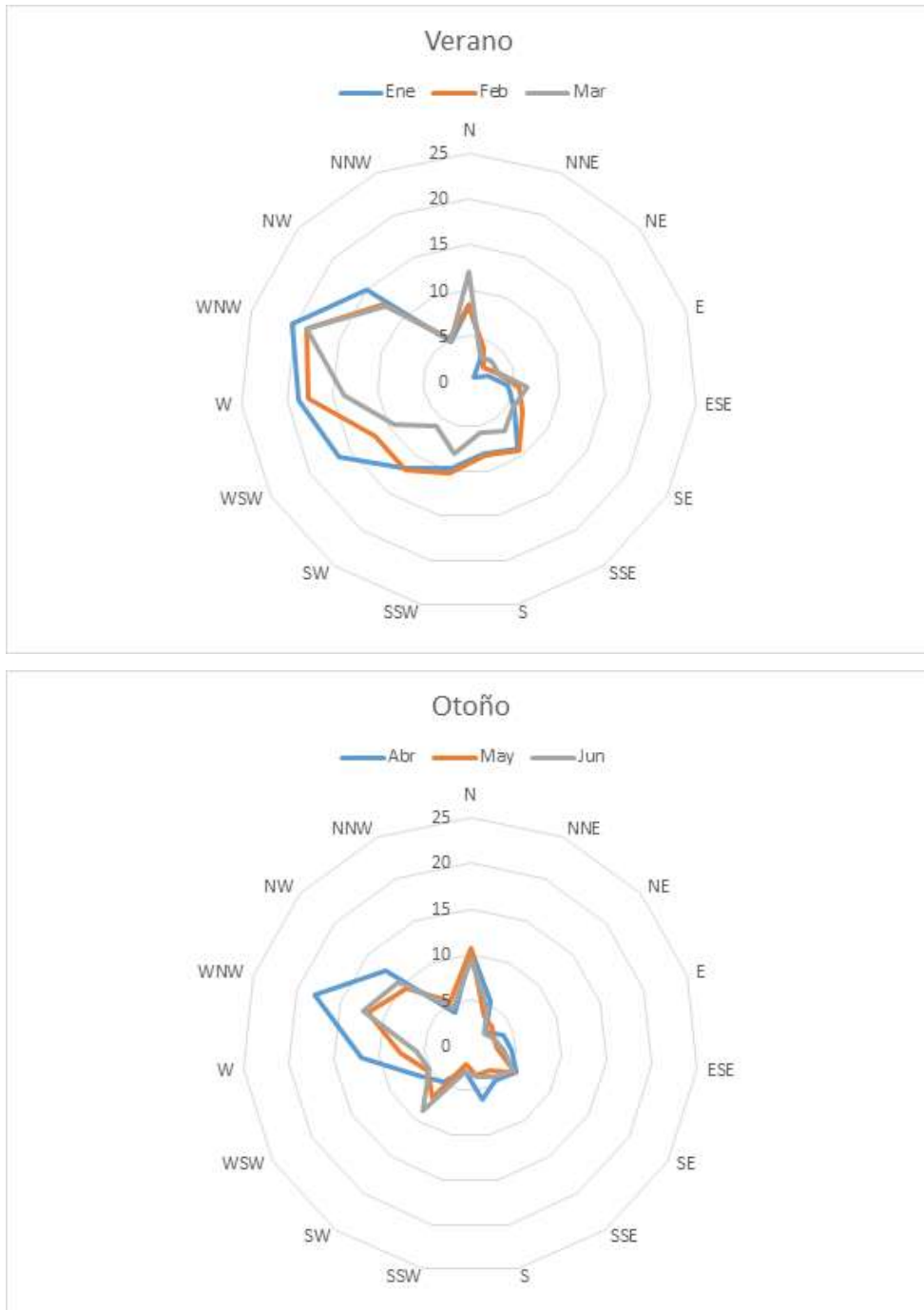
Fuente: elaboración propia.

Viento

Para las cuatro estaciones del año es posible encontrar las mayores intensidades de viento provenientes del cuadrante WNW-W-WSW-SW, siendo el cuadrante WNW el sector de donde provienen las mayores intensidades de viento en todo el año, oscilando entre 14 m/s en el otoño a 21,3 m/s en el verano (imagen 54).

Mayo y junio son los meses con menor intensidad del viento, presentándose un promedio menor a los 6 m/s.

El cuadrante E-NE se presenta como aquel de donde provienen las menores intensidades de viento, con un rango entre 0,8 y 6,7 m/s a lo largo del año.



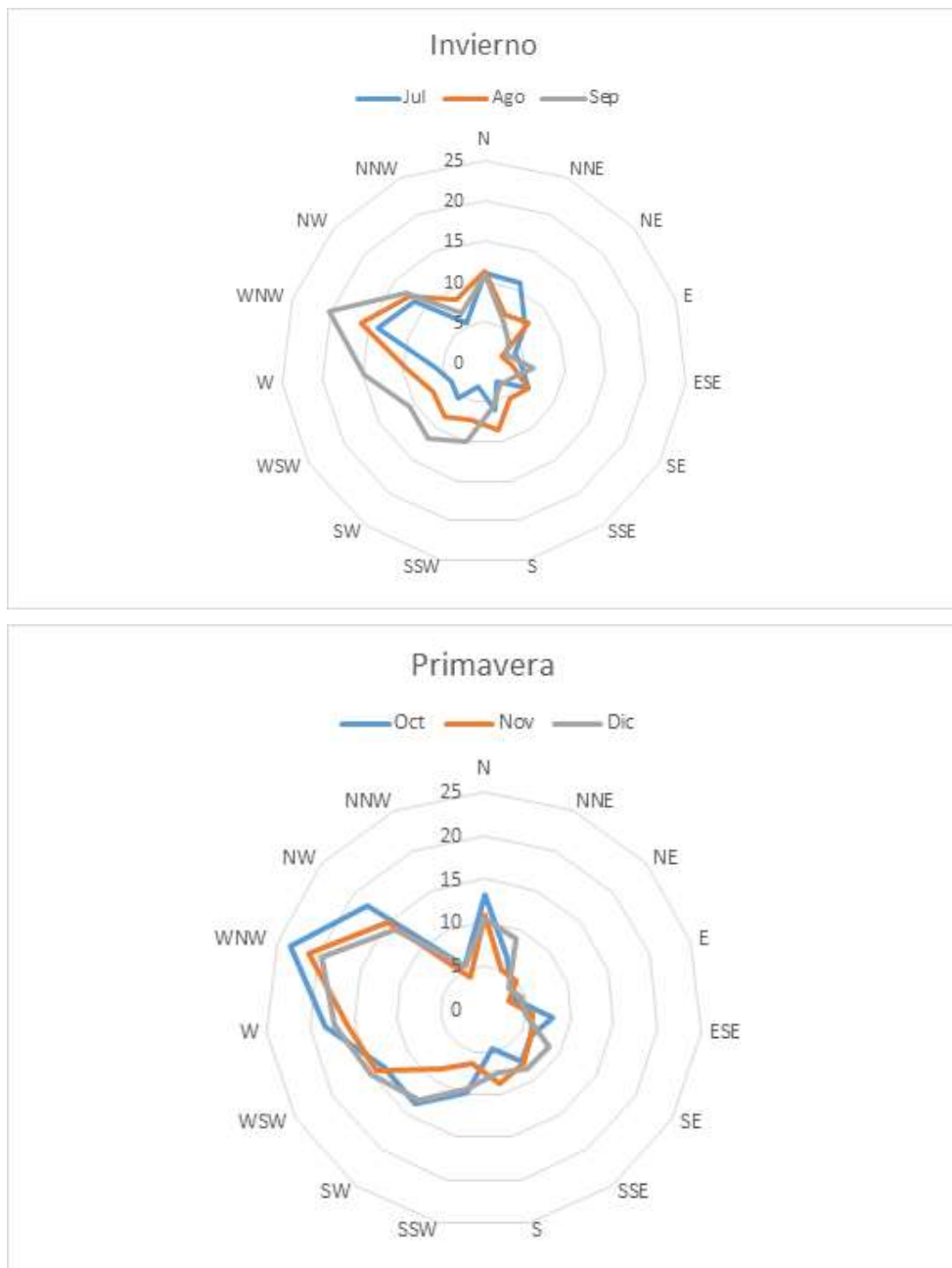


Imagen N° 54. Intensidad media del viento (m/s) según su dirección para la estación Río Turbio (UART) en el periodo 2019-2021

Fuente: elaboración propia.

Durante el período 2019-2021, la estación meteorológica tomó datos cada 30 minutos, contabilizando para dicho período un total de 45.752 registros. Sobre dicha base se contabilizó la dirección predominante del viento para cada registro mostrando que el 37% de las veces son vientos provenientes del cuadrante NW y junto con el cuadrante WNW (28%) y W (15%) son las direcciones más frecuentes en todo el registro. El resto de las direcciones se manifestó con una frecuencia menor al 5%.

1.2.4. Otros fenómenos meteorológicos significativos

En cuanto a la nubosidad el mes más despejado del año en Río Turbio es septiembre, durante el cual en promedio el cielo está despejado, mayormente despejado o parcialmente nublado el 41% del tiempo. El mes más nublado del año en Río Turbio es junio, durante el cual en promedio el cielo está nublado o mayormente nublado el 66 % del tiempo.

La temporada de nieve del año dura 3,8 meses, del 8 de mayo al 1 de septiembre, con una precipitación de nieve de más de 25 milímetros en intervalos de 30 días. El mes con mayor caída de nieve en Río Turbio es julio, con una precipitación sólida de 75 milímetros. La temporada sin nieve dura 8,2 meses, del 1 de septiembre al 8 de mayo.

Una helada meteorológica ocurre cuando la temperatura del aire cercano a la superficie del terreno disminuye a 0°C o menos, durante un tiempo mayor a cuatro horas, generalmente ocurre en la madrugada o cuando está saliendo el sol. Según Fernandez-Long y otros (2016), la región de estudio presenta un período entre 220 a 270 días con temperaturas menores a 0°C. Este período de heladas tiene comienzo entre el 1 de enero y 14 de marzo extendiéndose hasta el 15/Nov – 31/Dic como periodo con probabilidades de heladas (Fernandez-Long y otros, 2016).

La luminosidad solar varía notablemente según la época del año. En el día más largo del año, 21 de diciembre, el sol sale a las 5:30 y se oculta después de las 23, en el caso del día más corto, 21 de junio, el sol sale a las 9:30 y se oculta después de las 17:30.

En lo que respecta a organismos, según el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria – INTA las fechas de la primera y última helada meteorológica con probabilidad de ocurrencia del 10% desde 1961 al 2010, en Río Turbio, se observan que pueden comenzar a partir del 1 al 15 de enero, considerándose del 10% como ocurrencia temprana. Por su parte, considerándose como ocurrencia tardía la serie del 90%, el estudio determina que las heladas pueden comenzar en fechas 16 al 31 de diciembre, apreciable en la imagen 55.

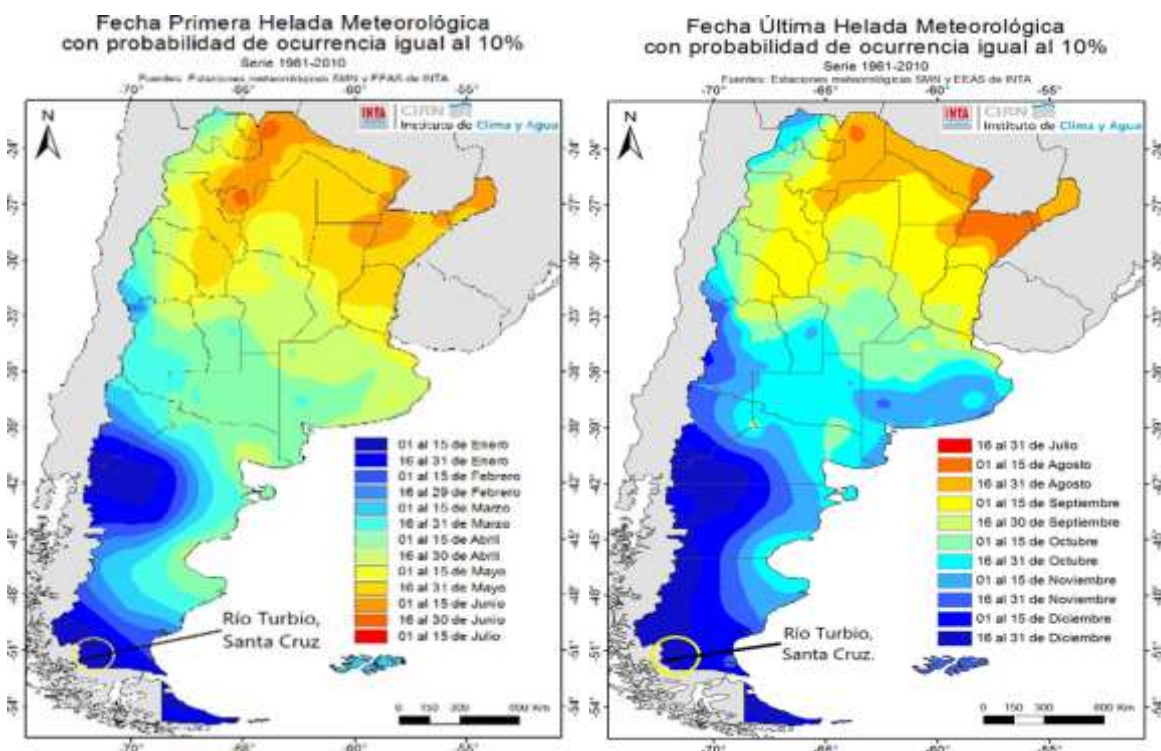


Imagen N° 55. Estadísticas últimas heladas meteorológicas (1961-2010)

Fuente: Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA).

Asimismo, el INTA ha elaborado un mapa que determina los días que cada provincia de Argentina se encuentra sin heladas, el cual particularmente en la región donde se ubica el Yacimiento y la Central Térmica Río Turbio tiene un período de 20 días libres de este fenómeno climático (imagen 56). Siempre según el INTA, la temporada de nieve del año dura 3,8 meses, del 8 de mayo al 1 de septiembre, con una precipitación de nieve equivalente en líquido de por lo menos 3 milímetros, en un intervalo móvil de 31 días. La mayor cantidad de nieve cae durante los 31 días centrados alrededor del 19 de julio, con una acumulación total promedio de equivalente líquido de 8 milímetros, como se puede apreciar en la imagen 57 que estima que los días con heladas rondan entre los 21 a 40 días del año.

Calculado a partir de las fechas extremas de la Primera y Última Helada Meteorológica.

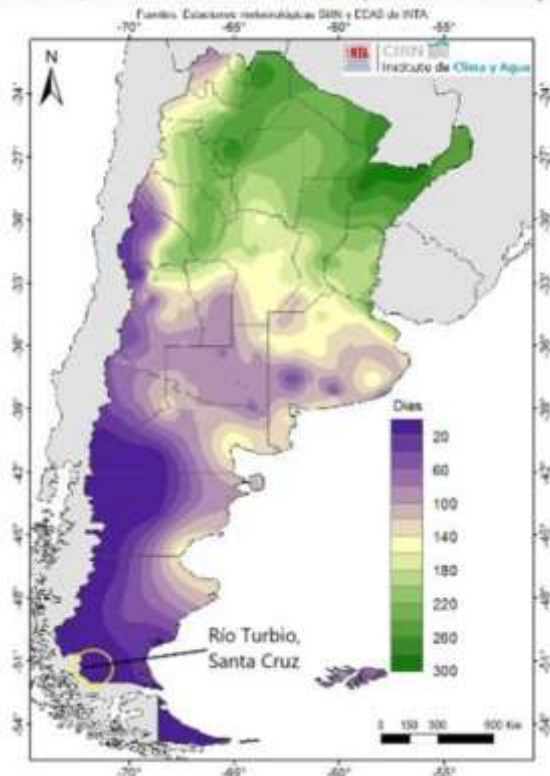


Imagen Nº 56. Período libre de heladas (1961-2010)

Fuente: Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA).

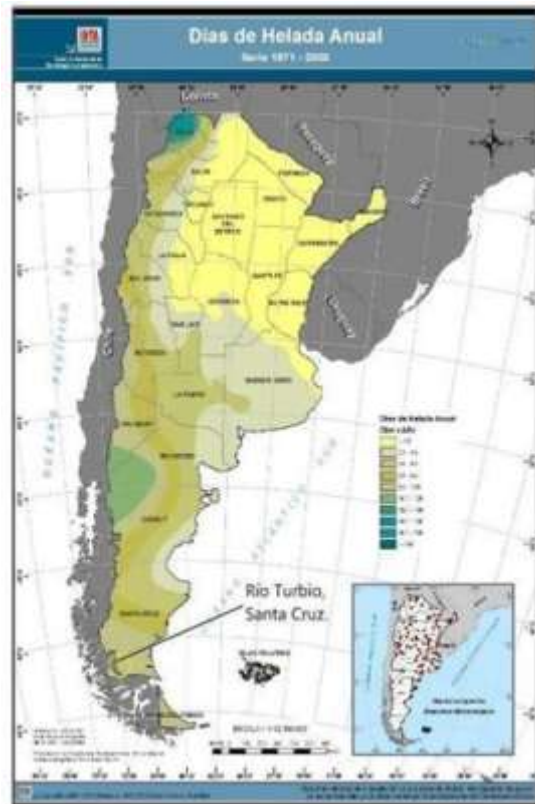


Imagen Nº 57. Días de Helada Anual - Río Turbio (1971-2000)

Fuente: Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA).

1.2.5. Tendencia

Respecto de la tendencia del clima al cambio, según el Instituto Meteorológico Nacional, en términos de temperatura, el SO de la Provincia de Santa Cruz se encuentra dentro del sector del territorio nacional que menos cambio de temperatura ha tenido en el período 1961/2020, con un valor de menos de 0,5 C° (imagen 58) y segundo en cambio de precipitación, con un ratio de -25 mm anuales que, teniendo en cuenta que la precipitación en la región está compuesta por lluvia, heladas y nieve, confirma el carácter estable del clima al presente (imagen 59).

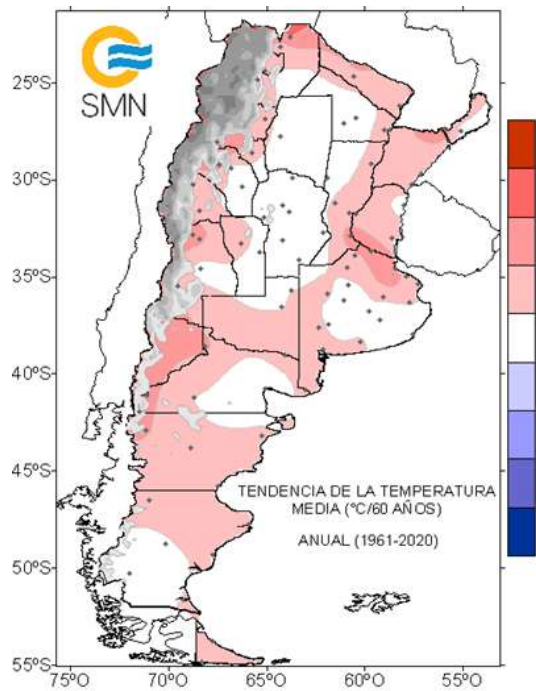


Imagen N° 58. Tendencia de la temperatura media
Fuente: SMN.

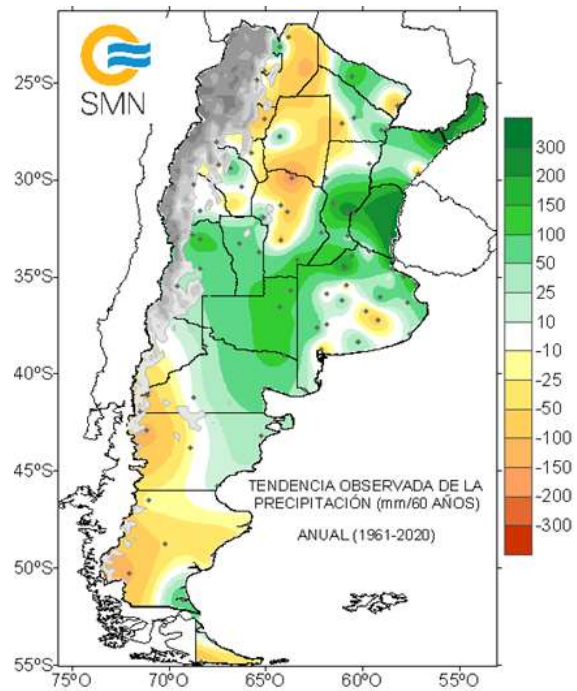


Imagen N° 59. Tendencia observada de la
precipitación
Fuente: SMN.

1.3. Hidrología e hidrogeología

Se desarrolla sobre la base del antecedente de Serman y Asociados, con algunas consideraciones adicionales en base a algunos estudios de reconocidos investigadores de la zona.

1.3.1. Hidrología: introducción

El Río Turbio pertenece a la cuenca exorreica del Río Gallegos (imagen 60), que vierte sus aguas en el Océano Atlántico en un amplio estuario próximo a la ciudad capital de la Provincia de Santa Cruz con un caudal del orden de los 15 m³/s.



Imagen N° 60. Cuenca del Río Gallegos y División Política

Fuente: Boris et al (2018).

La cuenca del Río Turbio queda delimitada al Noroeste por el cerro Cancha Carrera y el Cerro Vega Mala (618 m), al Noreste por la Cordillera Chica (1.045 m), al Este por la meseta Latorre y el cerro Punta Gruesa (1.064 m) y al Oeste por las estribaciones de la Cordillera Patagónica Austral.

En cuanto al Río Santa Cruz nace por la confluencia de los Ríos Turbio y Rubens para desaguar en el Océano Atlántico, y es una cuenca bionacional. Sus principales afluentes se encuentran sobre su margen derecha y son desde su nacimiento a desembocadura el Zurdo, el Gallegos chico, el Cariola y el Ci Aike.

Según el trabajo realizado por "Díaz B.G., Giménez M., Almonacid L., Gaspari F., Bertinat M. & Peri P.L. (2021). Delineación y codificación de cuencas hidrográficas en la Patagonia Austral. Boletín Geográfico, 43(2), 51-69", consistente en la determinación de isolíneas de nivel y generaron de divisorias automáticas de agua (delineaciones) a partir del modelo digital de superficie ALOS World 3D (AW3D30 v2.1), desarrollado por Japan Aerospace Exploration Agency (JAXA®), seguido de la elaboración de una grilla planialtimétrica de 30 m de resolución espacial (1 segundo de arco en latitud y longitud), generada a partir de imágenes ópticas por la misión ALOS PRISM (Tadono et al., 2016) y finalmente mediante inspecciones y corrección manual de las delineaciones logradas apoyadas en un segundo set auxiliar de isolíneas derivadas del producto MDE-Ar v2.0, desarrollado por el Instituto Geográfico Nacional de Argentina, a partir de una hibridación de los productos AW3D30 y SRTM (IGN, 2019a), la

Cuenca del Río Gallegos tiene una superficie de 19.541,4 km².

De esa superficie, 64% de los cuales pertenecen a la República Argentina. Su cobertura geográfica se extiende desde los 51°18' LS en el extremo norte lindante con la RH12 del río Coyle hasta los 52°33' LS en el sur, y desde los 72°22' LO en su extremo oeste, lindante con la RH11 del río Vizcachas, hasta los 68°16' LO en su extremo este, sobre el Mar Argentino, con un desarrollo predominantemente oeste–este, de vertiente atlántica (*Cooperación Técnica en Planificación de las Políticas Públicas: Información Biológica y Ambiental para la Gestión Integral de los Recursos Hídricos del Sur de la Provincia de Santa Cruz – Prov de Santa Cruz y UNPA – 2019*).

Identificada como Región Hídrica 13, y siempre según el referido estudio, tomando como referencia las series de caudales disponibles en la sección Palermo Aike (tramo final del río Gallegos) el sistema hidrográfico eroga anualmente unos 1.229,9 Hm³ lo que posiciona a esta región como la tercera productora de aguas superficiales de vertiente atlántica en la provincia luego de los ríos Santa Cruz y Chico (central), cuyo derrame promedio anual conjunto alcanza los 25.200 Hm³ (Oliva et al., 2017). Estos caudales también determinan que el río Gallegos se encuentre en sexto lugar entre los grandes productores de agua de superficie que drenan regiones hidrográficas en la región, luego de los sistemas mencionados como así también los respectivos de los ríos Serrano (RH del río Vizcachas), Baker (RH del Lago Buenos Aires y Posada – Pueyrredón) y Pascua (RH del Lago San Martín).

El módulo anual y de acuerdo a la serie completa de registros disponibles de la región, desde comienzos de la década de 1990 es de unos 32,2 m³/s, con valores extremos medios documentados que oscilan entre los 22,4 m³/s y 47,5 m³/s (Díaz et al., 2016). No obstante, esto, en años recientes los valores han caído por debajo de los 25,0 m³/s (Díaz, 2018). Su régimen fluvial de tipo pluvionival con un pico de hidrograma estacional entre los meses de setiembre y octubre, si bien en años recientes ha comenzado a adelantarse hacia finales de agosto y comienzo de septiembre coincidiendo con las últimas semanas del invierno. Los menores caudales estacionales ocurren hacia mediados del verano si bien la variabilidad interanual es importante y las fechas específicas suelen presentar corrimientos. Esta variabilidad puede resultar tan grande como para provocar rangos de caudales medios estacionales de 15,3 m³/s (verano) a 45,1 m³/s (invierno), (promedio documentado de la serie histórica 1993 – 2014), y hasta extremos documentados de 5,3 m³/s (febrero de 2002) hasta 184,9 m³/s (octubre de 2005), (Díaz et al., 2016). En síntesis el río y de alguna manera la totalidad de la cuenca, presenta variaciones estacionales e interanuales en extremo significativas.

1.3.2. Hidrología: caracterización morfológica de los cuerpos de agua superficial

Es común en esta geografía la presencia de humedales o “mallines” en sitios de los valles donde la pendiente disminuye, o donde los movimientos de remoción en masa restringen o impiden el normal escurrimiento superficial, ecosistemas que son aprovechados por la avifauna local.

La red hidrográfica donde se encuentra ubicada la localidad de Río Turbio tiene un diseño de drenaje “en enrejado” en su sector occidental y “dendrítico” en su extremo oriental, respondiendo a paisajes de cuevas y valles y de pedimentos relícticos, respectivamente, característico de esta zona cordillerana, cuya geomorfología está controlada por la inclinación homoclinal hacia el Este de las sedimentitas terciarias de las Formaciones Sierra Dorotea, Río Turbio, Río Guillermo, La Escondida y Santa Cruz, y por la acción erosiva de los glaciares Pleistocenos.

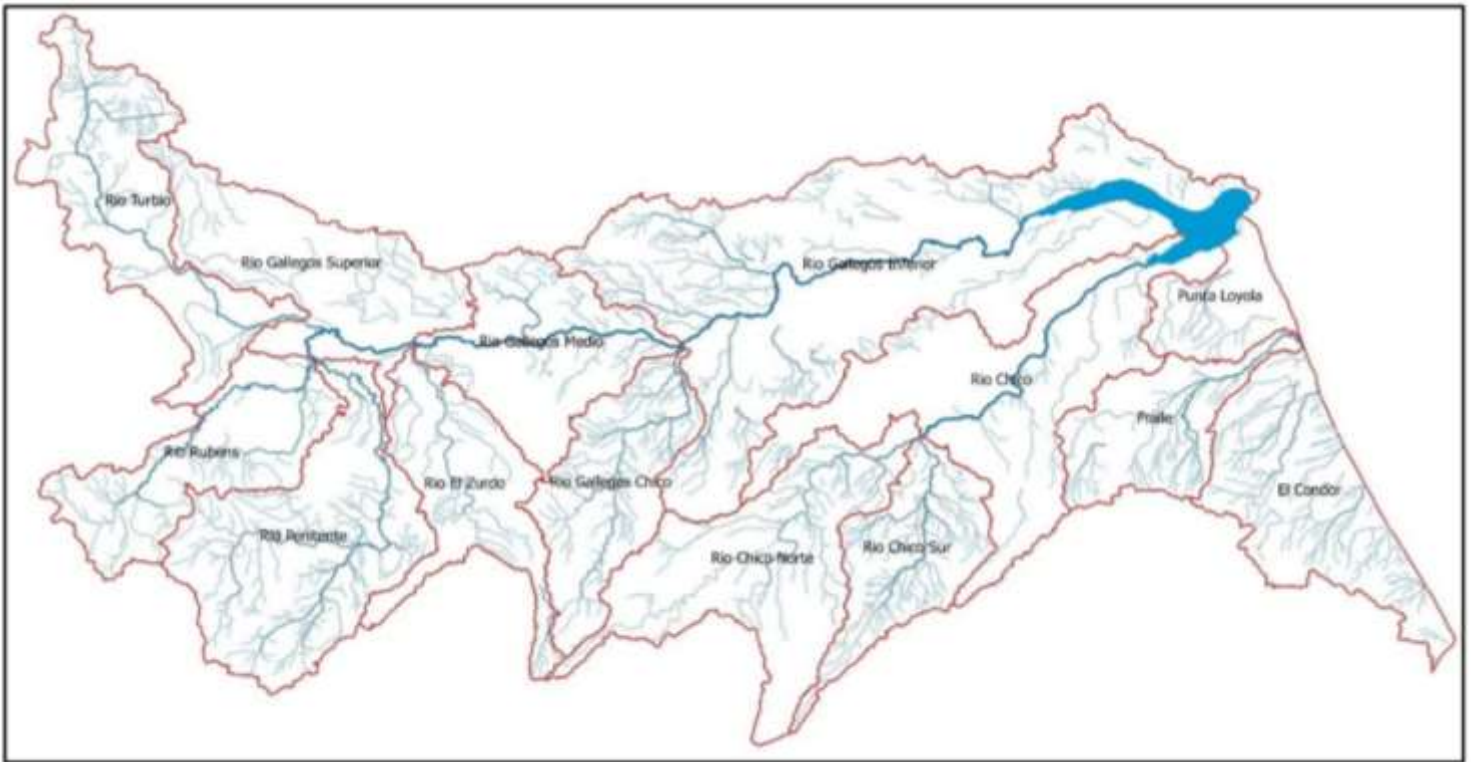


Imagen N° 61. Cuenca del Río Gallegos y sus Sub Cuenclas

Fuente: Boris et al (2018).

Hacia el Oeste el frente de las cuevas es abrupto predominando la erosión retrogradante de los ríos tributarios y los fenómenos de remoción en masa, deslizamientos traslacionales y asentamientos rotacionales que actúan por acción de la gravedad terrestre. El borde abrupto o reverso de las cuevas situadas al Oeste de la localidad de Río Turbio es considerado límite internacional con la República de Chile y fue tallado por la erosión fluvial que actuaba lateralmente ampliando sus valles en esa misma dirección.

La evolución geomorfológica dio lugar a la existencia de ríos principales en dirección a la pendiente homoclinal cortando algunas veces las cuevas como el Arroyo San José y a la de ríos tributarios que siguen el rumbo de las pendientes abruptas con rumbo Norte-Sur como el Arroyo Santa Flavia.

Los procesos glaciales que tuvieron desarrollo principalmente en el último millón de años de la historia del planeta con sus glaciaciones e interglaciaciones dieron origen a un intenso trabajo de los ríos y labraron las terrazas fluviales que se presentan a lo largo del Arroyo San José y el Río Turbio. Este último presenta dos niveles de terrazas en su valle superior, en el primero de los cuales se encuentra asentada la localidad de 28 de Noviembre.

Los valles en forma de “U” como los del río Turbio y el arroyo San José son característicos de las artesas labradas por erosión glacial donde circularon los principales cuerpos de hielo de la última glaciación pleistocena. A medida que se iba produciendo el derretimiento de los mismos, los glaciares retrocedían tanto en sentido longitudinal como lateral, dando lugar a valles paralelos al rumbo del movimiento del hielo, donde circulaban ríos que depositaban su carga de sedimentos.

Cuando el glaciar se va retirando, estos depósitos quedan como “terrazas de kame” y finalmente colapsan por remoción en masa, proceso geomorfológico que continúa en la actualidad, ocasionando condiciones de peligrosidad geológica.

No hay espejos de agua importantes que puedan actuar de reservorios para el escurrimiento

superficial.

La existencia de humedales o mallines sirven de almacenamiento en los períodos secos.

El relleno del valle del arroyo San José por los materiales que son separados continuamente en las operaciones que se realizan en la Planta de Depuración de Carbón (estériles) modificó en gran parte el paisaje original y provocó fenómenos de desplomes, en los casos en que se superó el ángulo de estabilidad original de los materiales separados en el proceso, o de deslizamientos traslacionales (fanglomerados) cuando la acción del agua de lluvia convirtió a los mismos en un lodo con alta saturación de agua que facilitó su deslizamiento pendiente abajo y constituye en la actualidad un peligro geológico para los habitantes e instalaciones situadas en posiciones topográficas más deprimidas.

Esta situación originó un endicamiento del arroyo San José en su curso medio, concentrando los efluentes de aguas servidas de la localidad de Río Turbio y aumentando el riesgo de contaminación de las napas acuíferas principalmente del nivel del acuífero libre o nivel freático, en parte con estos fluidos y en parte con los elementos químicos metálicos presentes en los deslaves por contacto con estériles que para su separación fueron tratados químicamente.

Asociado a la construcción de la represa sobre el arroyo San José se procedió a su canalización para poder utilizar esta sección del valle como zona de captación de pozos para el aprovisionamiento de agua a la localidad de Río Turbio que también posee otras perforaciones en un sector aguas arriba del dique San José.

El curso principal del río corre en sentido Norte-Sur sobre depósitos marinos-fluviales y en su recorrido hacia el Sur, el valle se amplía y presenta una mayor sinuosidad (meandros). Los principales cuerpos de agua superficial de la región se observan en la imagen 62.

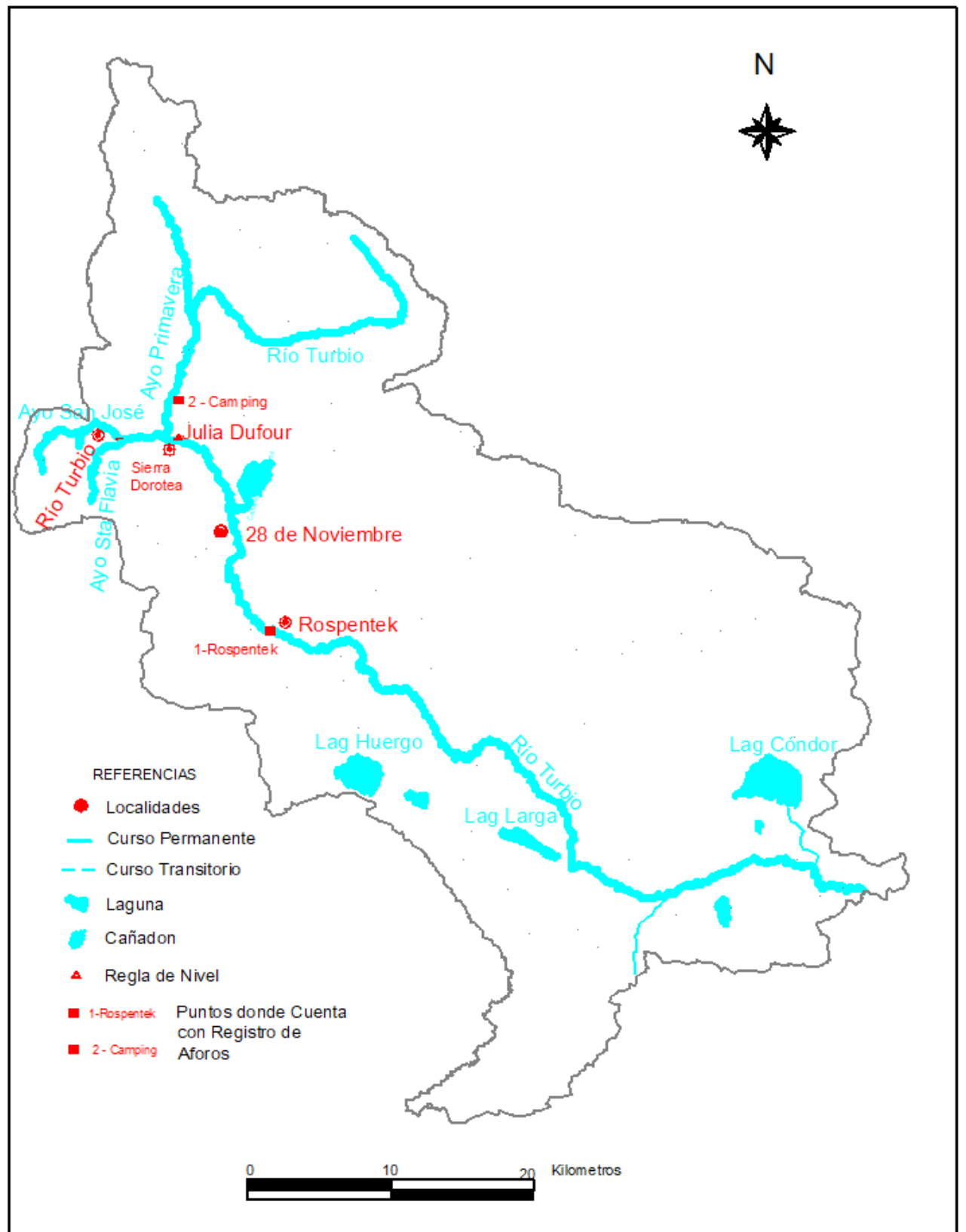


Imagen N° 62. Cuerpos de agua superficial del área en estudio

Nota: en el plano se indican los dos puntos de mayor interés con los que se cuenta algún registro de caudales aunque los mismos se encuentren desactualizados (véase cuadro 19).

Fuente: elaboración propia en base a Boris et al (2018) y la Propuesta de una Línea de Base Ecohidrológica de la subcuenca del Río Turbio – Guillermina Wanderwald (2016).

Así, el sistema de la cuenca del Río Turbio está conformado por cursos principales, como el Arroyo San José, los Arroyos Santa Flavia y Primavera, y cursos secundarios que originan el Río Turbio, siendo los principales:

1. Vertiente Norte de la Sierra Dorotea:

- Arroyo Santa Flavia: longitud 6.500 m. Nace en la vertiente austral de la Sierra Dorotea y tiene rumbo Sur-Norte para desembocar en el Arroyo San José aguas abajo de su represa, recibiendo por su margen derecha el agua de los arroyos que nacen en proximidades a la Mina 1 y al Chiflón 5 de YCRT, y las aguas servidas de la localidad de Río Turbio. En períodos de lluvias extraordinarias los excedentes drenan hacia el Este por medio de cunetas al costado de la ruta.
- Arroyo San José: longitud 11.781 m. Nace en territorio chileno y tiene un sentido de circulación Oeste-Este. Fue embalsado en cercanías a la localidad de Río Turbio para el aprovisionamiento de agua a la misma y solaz de sus habitantes, en la actualidad reemplazada esa fuente por captaciones subterráneas. Aguas abajo de este embalse se forma la vega homónima, luego de la represa se une al Arroyo Santa Flavia y finalmente confluye en el Río Turbio. 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 Mina 4: longitud 3.704 m. Nace en la estribación septentrional de la Sierra Dorotea y próximo a Mina 4 recibe un afluente que incrementa su caudal. En cercanías a su desembocadura pasa por los almacenes de YCRT.
- Afluente Arroyo Mina 4: longitud 1.781 m.
- Arroyo actual Usina Termoeléctrica: longitud 1.884 m. Nace en la vertiente Norte de la Sierra Dorotea y desemboca próximo a la Usina Termoeléctrica de YCRT.
- Arroyo Mina 5: longitud 1.206 m. Nace en las estribaciones septentrionales de la Sierra Dorotea y desemboca próxima al socavón de entrada de Mina 5.
- Arroyo Mina 6: longitud 880 m. Desemboca paralelo al anterior en cercanías a la proyectada Mina 6.
- Arroyo Primavera: conocido localmente con ese nombre, en las Planchetas del Instituto Geográfico Nacional – IGN es denominado Río Turbio, o sea en realidad es el curso medio del río. La bibliografía sobre la cuenca no es, como es previsible, coincidente, situación que se corresponde también con los propios antecedentes de los EslA: SEGEMAR, Serman y Asoc. y UTN. En la presente adenda, se mantiene el criterio utilizado en el EslA de la UTN, por ser el utilizado para la autorización de la Fase Construcción de la CTRT. El arroyo nace de una serie de arroyitos que bajan de la Sierra Chica y del sector denominado Cancha Carrera, y del Arroyo Oro que confluyen a la altura de la Estancia Primavera, toma rumbo Norte-Sur recibiendo sus principales afluentes en su margen derecha, que son los cauces que siguen la pendiente homoclinal de los estratos. En esta parte de su recorrido presenta una red de drenaje de carácter anastomosado. Antes de su confluencia con el Arroyo San José existe una importante modificación de su cauce por extracción de áridos. Su valle es la principal zona de esparcimiento de las localidades de la cuenca carbonífera.
- Río Turbio: Con la salvedad ya indicada, nace en la confluencia entre el Arroyo Primavera y el Río San José en cercanías a la entrada de Mina 5 y finaliza en la unión con el Río Penitentes donde cambia su nombre por el de Río Gallegos, que luego de un recorrido de casi 150 km desemboca en el Océano Atlántico con un caudal del orden de los 15 m³/s.

2. Vertiente Este de la Sierra Dorotea:

- Arroyo Chiflón 7: longitud 4.081 m. Este arroyo desemboca en el Río Turbio en un mallín en proximidades a la localidad de Julia Dufour, donde 2 km aguas arriba de la confluencia recibe por margen derecha otro afluente.
- Arroyo s/n: que desemboca en el Río Turbio en cercanías de la localidad de 28 de Noviembre y constituye el principal curso de agua que drena la vertiente oriental de la Sierra Dorotea.

En el cuadro 19 pueden observarse los caudales medios de aforos realizados en distintos sectores del río, en los meses de junio a diciembre del año 1998, por el Instituto Nacional del Agua (INA). Dichos puntos se encuentran indicados en la imagen 63.

Cuadro N° 19. Caudales medios (1998)

Arroyos	Q (jun – 1998) m ³ /h	Q (dic – 1998) m ³ /h
Aguas arriba del A° San José	1.440	666
Aguas abajo del A° San José	1.440	1.116
A° Primavera	1.224	4.572
Río Turbio	3.024	5.832

Fuente: elaboración propia en base a recopilación de antecedentes Segemar (2008), Serman y Asoc. (2008) y UTN (2011 y 2015).

De acuerdo con el análisis del cuadro 19, los mayores caudales se observan en el mes de diciembre, a excepción del Arroyo San José que disminuye su caudal en este período y el Arroyo Primavera casi cuadruplica su caudal en el mismo período, aunque cabe señalar que estos datos corresponden a una única medición, habiéndose realizado mediciones posteriores más sistemáticas.

En el cuadro 20 pueden observarse los caudales medios de aforos ubicados en diversas estaciones el Río Turbio y Arroyo Primavera, registrados por distintas fuentes (Boris et al., 2018), y que permiten con alguna aproximación más razonable afirmar:

1. El Río Turbio presenta un caudal medio anual estimado entre 1,7 y 4,5 m³/s, con valores mínimos entre 0,3 y 0,4 m³/s para la época de estiaje (febrero a marzo). Las lagunas Cóndor y Larga, pueden realizar aportes significativos a los caudales medios del río Turbio antes de tributar en el Río Gallegos, aunque por el momento no se dispone de registros específicos (Boris et al., 2018). A los aportes del arroyo Primavera se pueden agregar también, entre los pocos antecedentes disponibles, caudales medios anuales estimados para el arroyo San José entre 0,31 y 1,6 m³/s (PASMA, 2001).
2. El arroyo Primavera presentó, durante el período 2011-2015, un caudal anual medio estimado de 2,8 m³/s (cuadro 20), y con valores extremos conocidos de entre 0,3 y 0,4 m³/s para la época de estiaje (febrero a marzo) y hasta 8,3 y 9,3 m³/s en crecidas estacionales excepcionales, lo que ocurre entre octubre y noviembre dependiendo de cómo se desarrollen las condiciones de precipitación de cada año.
3. El régimen de la cuenca es preponderantemente pluvionival con un ligero retraso en el incremento de los caudales dentro de la primavera. Son bastante frecuentes las crecidas que logran cubrir toda la planicie de inundación en la zona baja del arroyo Primavera (Boris et al., 2018).

4. 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.

Cabe remarcar que los resultados del siguiente cuadro provienen de mediciones parciales no metódicas, ya que se carece de mediciones rigurosas de nivel-caudal del río Turbio, entendiendo por metódicas, registros y estudios que se ajustan a metodologías de fuentes confiables con un lapso no menor a 10 años y que se mantienen al presente.

Cuadro N° 20. Antecedentes sobre caudales medios en diversos puntos del Río Turbio y Arroyo Primavera

Curso	Sección	Latitud	Longitud	Período	Q (m ³ /seg)	Fuente
Río Turbio	Turbio medio	-51,66°	-72,19°	2012-2015	1,7	INTA
	Ant. Radio Nacional	-51,32°	-72,16°	1975-1978	3,1	UNLP
	YCF	-51,32°	-72,16°	1953-1961	SD	UNLP
	Rospentek	-51,41°	-72,09°	1947-1954	4,5	UNLP
	Confluencia	SD	SD	1998	0,8-1,6	PASMA
Arroyo Primavera	Camping	-51,66°	-72,27°	2011-2015	2,8	INTA
Arroyo San José	Aguas arriba	SD	SD	Junio 1998	0,4	INA
				Dic 1998	0,185	
	Aguas abajo	SD	SD	Junio 1998	0,4	INA
				Dic 1998	0,31	

Fuente: elaboración propia a partir de Boris et al. (2018) y SEGEMAR (2008).

Relacionado a la red de escorrentía superficial se han detectado los siguientes peligros geológicos en el área de estudio:

- El Arroyo Primavera presenta evidencias de inundaciones policíclicas en su valle por la presencia de escarpas de inundación y modificaciones de su planicie aluvial.
- Deslizamientos traslacionales son eventos de carácter catastrófico que se observan en la margen izquierda del Río Turbio, en la zona de confluencia con el Arroyo San José, y en la zona de las escombreras de YCRT que producen fanglomerados que se deslizan pendiente abajo y sepultan todo a su paso. En el último de los casos mencionados el flujo de los escombros produjo el endicamiento del Arroyo San José, con la formación de una laguna temporaria donde confluyen las aguas servidas de la localidad de Río Turbio transportadas por el Arroyo Santa Flavia.
- Saturación de agua en los sedimentos en pendientes pronunciadas producen asentamientos rotacionales formando lagunas a contraparte del borde elevado del bloque rotado. En este caso toda una parte del terreno se desliza siguiendo el recorrido de una falla curva. El aumento de la presión hidrostática sobre esta superficie de discontinuidad puede provocar nuevos deslizamientos. Esta situación tiene lugar en la zona Norte del Arroyo San José.
- El retroceso de los taludes de la Sierra Dorotea por erosión retrorada de las vertientes puede ocasionar derrumbes gravitacionales con peligro para las instalaciones situadas

pendiente abajo, fundamentalmente en la zona de Mina 4, que en algunos casos forman conos de caída de rocas. Los bloques son muy angulosos, situación favorecida por el intenso diaclasamiento de las areniscas que favorece el crioclastismo.

- Muchos arroyos de escasa importancia en épocas de sequía o invernales fueron modificados en su valle inferior por acciones antrópicas que alteraron su cauce natural. En casos de intensas lluvias o nevadas podrían ocasionarse inundaciones, como el Arroyo de Mina 4.

1.3.3. Hidrología: uso actual y potencial

El uso actual de las aguas superficiales en la cuenca dentro de la zona de estudio abarcada puede establecerse en tres tipos principales.

En primer lugar (más importante y que ocasiona el principal impacto) es el uso como receptor de efluentes:

- a) Aguas cloacales y de servicios sin tratamiento previo (de las localidades de Río Turbio y 28 de Noviembre, además de aquellas provenientes de las instalaciones administrativas y operativas en superficie de YCRT)
- b) Aguas de tipo industrial, provenientes del sistema de depuración del carbón y de la planta generadora de energía
- c) Aguas subterráneas evacuadas a superficie producto de la explotación subterránea del carbón.

En segundo lugar se destaca la extracción de aguas superficiales para ser utilizadas para uso industrial en el tratamiento y proceso de trituración del carbón, y en el pasado la utilización de agua del embalse frente a la localidad de Río Turbio para consumo humano, hoy reemplazada por captaciones subterráneas, aguas arriba y abajo del embalse sobre el Arroyo San José. También es importante mencionar el uso del recurso en el lavado de áridos de muchas empresas privadas con canteras en el área de influencia del proyecto minero.

En tercer lugar podemos señalar las actividades recreativas de los habitantes de la región, principalmente sobre el Arroyo Primavera en su sección inferior, el Arroyo San José aguas arriba del embalse y el propio embalse frente a la localidad de Río Turbio.

En cuanto al uso potencial futuro, se destaca el proyectado incremento de la producción para el abastecimiento de los volúmenes de carbón necesarios para el funcionamiento de la Central Térmica, con el consiguiente aumento de los volúmenes de extracción de agua y previsiblemente también, por efecto multiplicador un eventual incremento de la actividad industrial en su conjunto, lo cual también implicará un uso más intenso del recurso hídrico superficial, tanto en la extracción como en el vuelco de líquidos residuales hacia el Arroyo San José.

A nivel calidad de aguas cabe consignar las futuras plantas de tratamiento de efluentes cloacales en las localidades de 28 de Noviembre y Río Turbio, con las mejoras ambientales consiguientes.

1.3.4. Hidrología: caracterización físico química de los cuerpos de agua superficial

Hay elementos antrópicos en la cuenca que alteran las condiciones físicas de la misma, y también la composición físico química de sus aguas. Respecto de la primera, puede observarse, inmediatamente aguas abajo de la localidad de Río Turbio, sobre la margen derecha del Arroyo San José, una sucesión de depósitos provenientes de la actividad minera

(vieja escombrera de estériles), sobre la cual se asientan instalaciones de la actividad post extractivas. Sobre la margen izquierda del curso, 1.500 m aproximadamente aguas abajo de la proyección de la localidad mencionada, comienzan depósitos de estéril, en principio más modernos que los anteriores, con formas mesetiformes, que van avanzando sobre el cauce del arroyo que a esa altura se encuentra recostado sobre esa margen.

Continúan estos depósitos, cada vez más modernos, hasta los que se encuentran disponiendo en el proceso extractivo actual, los cuales pierden esa forma de meseta, ya su disposición es masiva, avanzando los mismos hacia el cauce, reduciéndolo parcialmente y concatenándose los depósitos de ambas márgenes sobre el valle, a la altura de la Planta de Tratamiento. Aguas debajo de la misma, sobre el propio aluvio del arroyo se construyeron una serie de lagunas, algunas ya colmatadas, que receptan los líquidos cargados de sólidos provenientes de la planta de tratamiento.

Es evidente que las consecuencias de esta disposición no controlada de los estériles produce un estrechamiento del cauce, un arrastre de partículas del mismo aguas abajo, con consecuencias no deseadas, que podrían agravarse, ante condiciones meteorológicas extraordinarias, derrumbes masivos, producto de la subsidencia de esos depósitos, por su propia dinámica de inestabilidad morfológica o bien por sismos en la región.

En referencia a la alteración antrópica de la calidad físico química de las aguas superficiales, si bien los depósitos de estéril representan un factor de afectación importante, coexisten otros elementos significativos que no deberían descartarse y que contribuyen a su deterioro aguas abajo de la localidad de Río Turbio, a saber:

- Efluentes cloacales generados en la localidades de Río Turbio y 28 de Noviembre, si bien es cierto que se encuentra en construcción una Planta de Tratamiento de Efluentes Cloacales en las dos primeras localidades.
- Aguas de drenaje, bombeadas al exterior desde el interior de la mina, producto de la acumulación por filtración en los distintos niveles de galerías.
- Efluentes provenientes de la Planta de Generación de Energía.
- Efluentes varios de instalaciones técnico administrativas, de mantenimiento y operativas en el exterior, pertenecientes a YCRT.
- Líquidos provenientes de la Planta de Trituración y Separación de Carbón y Estéril.
- Aguas provenientes de distintos puntos donde existe acumulación de material ferroso, equipos abandonados, transformadores o residuos, etc., que alcanzan los distintos cursos que finalmente terminan en el cuerpo principal de escurrimiento de la cuenca.
- Sólidos sedimentables y suspendidos, provenientes de la Planta de Áridos, en el inicio del Río Turbio, posterior a la confluencia del Arroyo Primavera.

La Cuenca del Río Gallegos, identifica como RH13 en el sistema hídrico patagónico, fue relativamente bien relevada en el año 2019 mediante el estudio indicado *ut supra* y, aunque sus estudios fueron generales para toda la cuenca del territorio argentino más que la del Río Turbio, sus resultados tienen interés referencial, sobre todo para algunas características físicas y también químicas.

El extenso estudio que abarcó toda la cuenca y sólo para la parte de aguas se realizó sobre una red de 51 puntos, cuya distribución se indica en el cuadro *in fine*.

NUM	COD	CUERPO	LAT	LONG	CAMPO
8	BON1	Curso	-51,0187	-70,8551	Estancia La Vanguardia
9	BON2	Curso	-51,4406	-70,5401	Estancia Chank Aike
10	BON3	Curso	-50,9558	-69,2834	Estancia Coy Inlet
11	CHMG	Curso	-51,4523	-70,5553	Estancia Chank Aike
12	CHMG2	Curso	-51,4164	-70,8635	Estancia Las Buitreras
13	COYD	Curso	-51,1267	-69,4775	Estancia Coy Aike
14	COYU	Curso	-51,4573	-70,0356	Estancia La Regalona
15	CRUB	Curso	-51,3202	-70,2890	Estancia Las Vegas
16	CSHL	Curso	-51,4097	-70,2006	Estancia Las Horquetas
17	CSTS2	Curso	-51,4343	-70,8767	Estancia Los Vascos
18	CYNI	Curso	-51,0286	-71,0504	Estancia El Chiripá
19	CYNS	Curso	-51,0497	-71,6136	Estancia María
20	FCY1	Curso	-51,1440	-71,9197	Estancia Namuncurá
21	LAG01	Laguna	-51,2017	-71,9822	Estancia Laguna Esperanza
22	LAG03	Laguna	-50,4829	-71,7542	Estancia La Entrerriana
23	LAG04	Laguna	-51,5216	-69,7720	Estancia Guer Aike
24	LAG05	Laguna	-51,4328	-69,3237	Estancia Los Pozos
25	LAG06x	Laguna	-50,9308	-69,8338	Estancia Cerro Falso
26	LAG07	Laguna	-50,7630	-70,0301	Estancia Cerro Falso
27	LAG08	Laguna	-50,3326	-69,2153	Estancia Cañadón del Rancho
28	LAG09	Laguna	-50,4885	-69,6784	Estancia La Florinda
29	LAG10x	Laguna	-50,5446	-70,7398	Estancia Cerro Cuadrado
30	LAG11	Laguna	-50,8637	-70,6998	Reserva Camusu Aike
31	LAG12	Laguna	-50,7797	-71,5279	Estancia El Tero
32	LAG12x	Laguna	-50,7804	-71,4995	Estancia El Tero
33	LAG13	Laguna	-51,4897	-70,8219	Estancia Las Buitreras
34	MAGSx	Curso	-51,3762	-70,5394	Estancia Chank Aike
35	PHIG	Curso	-50,7416	-71,4482	Estancia Ana
36	PINF	Curso	-50,9865	-70,9919	Estancia Río Pelque
37	PKE2	Curso	-50,8572	-71,4923	Estancia El Manantial
38	POT01	Laguna	-50,4926	-69,1357	Estancia Cañadón de las Vacas
39	POT02	Laguna	-50,5164	-69,1842	Estancia Cañadón de las Vacas
40	POT03	Laguna	-50,4286	-69,2694	Estancia Cañadón del Rancho
41	POT04	Laguna	-50,8266	-69,3117	Estancia Coy Inlet
42	POT05	Laguna	-50,8416	-69,3420	Estancia Coy Inlet
43	POT06	Laguna	-50,8126	-69,2663	Estancia Coy Inlet
44	POT07	Laguna	-50,7291	-69,3714	Estancia Los Álamos
45	POT08	Laguna	-51,1622	-70,6285	Estancia Don Ceferino
46	POT09	Laguna	-51,2258	-70,5844	Estancia Silvi Aike
47	POT10	Laguna	-51,2657	-70,6130	Estancia Silvi Aike
48	POT11	Laguna	-51,3186	-70,5162	Estancia La Pequeñita
49	POT12	Laguna	-50,6618	-70,6729	CGC Yacimiento Boleadoras
50	POT21	Curso	-50,6035	-69,1209	Estancia Cañadon de las Vacas
51	PSUP	Curso	-50,7758	-71,4323	Estancia El Tero

Temperatura: La temperatura del medio físico en general y la del agua en especial, son dos parámetros físicos de gran importancia para los ecosistemas acuáticos, dada su relevancia para multiplicidad de procesos, siendo uno de los más importantes su influencia en reacciones bioquímicas (Akaahan et al., 2016). La temperatura del agua superficial natural oscila tanto diaria como estacionalmente y entre diferentes localizaciones de un mismo curso, para un mismo momento e incluso dentro de un perfil para una sección en particular como resultado de la interacción de una multiplicidad de factores tales como la meteorología (macro, meso y

aún micro), las características y composición de lecho y riberas (en particular de su vegetación) y el tipo y fuente de aportes de agua (Allan and Castillo, 2007). También pueden presentarse importantes variaciones como consecuencia de vertidos y otras intervenciones antrópicas. Las temperaturas registradas durante las campañas del estudio no pueden considerarse plenamente representativas dado que sólo se dispone de datos puntuales, altamente influenciados por las condiciones meteorológicas medias en los momentos de toma de muestras.

Con esa salvedad, se observa que hacia finales del verano, la temperatura media (TM) de los cursos analizados fue de 9,4 °C (mín.= 6,4°C, máx.= 13,4°C) y en cuerpos de agua de 10,1 °C (mín.= 7,8°C, máx.= 14,3°C). En ambas situaciones la variabilidad resultó relativamente más baja que en el resto de la región analizada.

Hacia finales de invierno, en un año con un invierno atemperado dentro de la serie histórica regional, con fríos intensos, aunque relativamente pocos dentro de la temporada y casi sin registros de nieve, las respectivas TM para los momentos de muestreo fueron de 6,1°C en ríos (mín.= 0,9°C, máx.= 9,5°C) y de 6,6 °C en cuerpos de agua (mín.= 3,2°C y máx.= 9,9°C).

Conductividad eléctrica: La CEE en cursos y cuerpos naturales de agua está determinada principalmente por la geología con la cual tiene contacto, transmitiéndole sus características. Dado que se correlaciona fuertemente con la concentración de especies iónicas presentes en el agua en general y de sales disueltas en especial (Miller et al., 1988; McCutcheon et al., 1993; Radtke et al., 2005; Allan and Castillo, 2007), determinados usos del suelo como los agropecuarios pueden impactar en este parámetro, al igual que las condiciones medias ambientales en el momento de su determinación, la temperatura (mantienen una correlación positiva), (Hayashi, 2004) y los caudales circulantes en el caso de ríos (correlación negativa), (Aumassane y Fontanella, 2015).

La mayor proporción de aguas de ríos y arroyos analizados durante la campaña de invierno de 2019 presentaron valores promedio de CEE en torno a los 200 µS/cm, con escasas excepciones por encima de estos valores, en coincidencia con lo observado en antecedentes previos (2107–2018). El promedio estacional para todas las aguas de la región se encontró en 235,7 µS/cm (δ = 141,1 µS/cm; cv%= 59,9).

Sólidos disueltos y en suspensión: Los sólidos totales suspendidos (SST) consisten en el material particulado más grueso presente en las aguas naturales y, al igual que en el caso de los nutrientes, concentraciones excesivas pueden resultar nocivas para el ecosistema acuático. Consiste en materia orgánica e inorgánica que usualmente integra la columna de agua debido a la turbulencia, incluso organismos microscópicos (Canadian Council of Ministers of the Environment, 2002; Bilotta and Brazzier, 2008).

En ninguno de los cursos analizados durante la campaña de invierno, con la única excepción del curso del río Gallegos Chico (GCBA - muy aguas debajo de la Cuenca del Río Turbio), la concentración de SST superó el 1 mg/l. Durante la campaña de verano la situación cambió ligeramente para casi todos los cursos analizados, cuestión previsible teniendo en cuenta el régimen de los mismos, distribuyéndose los valores de concentración mayormente entre 1,0 y 8,0 mg/l para la casi totalidad de aguas, con algunos casos excepcionales entre 18,0 y 28,0 mg/l (LANN, SJCAx, TU40, TURK y TURV, estas 3 últimas secciones del curso Río Turbio).

En cuanto a los sólidos disueltos totales - STD observados en cursos de la RH13 fue relativamente constante entre estaciones de muestreo e incluso con variabilidades similares,

sinónimo de una relativa homogeneidad en su producción independientemente de los caudales propios de cada momento. La concentración durante finales de invierno fue de unos 151,0 mg/l (δ = 110,3 mg/l; $cv\%$ = 73,0) en toda la región, con un relativo sesgo hacia mayores concentraciones promedio en aguas de cursos próximos a la costa mientras que las menores producciones de STD se encontraron, de acuerdo a lo esperado, en cursos pequeños, en general asociados a cuencas de montaña con elevadas proporciones de cobertura forestal como STAG (71 mg/l), PRBA (70,0 mg/l), CREK y ESPZ (67,0 y 80,0 mg/l, respectivamente). Hacia finales del verano, los STD promedio fueron de 146,3 mg/l (δ = 110,8 mg/l; $cv\%$ = 75,8), con similar distribución de valores medios y extremos entre muestras a las ya explicadas para la situación de invierno.

Los cuerpos de agua de la región también acusaron un incremento en los STD promedio desde finales del invierno (promedio= 1.209,4 mg/l; δ = 1.596,0 mg/l; $cv\%$ = 132,0) hacia finales del verano (promedio= 1.594,8 mg/l; δ = 1.685,3 mg/l; $cv\%$ = 105,7).

pH. Las aguas de los ríos y arroyos de la región se presentaron ligeramente alcalinas durante los muestreos de invierno, con un pH promedio de 8,22 (δ =0,25; $cv\%$ = 3,01) y próximas a la neutralidad durante el verano, con 7,30 (δ = 0,68; $cv\%$ = 9,31). Para la primer estación mencionada, los pH resultaron ligeramente más elevados que lo observado en el antecedente previo de 2017 – 2018 para todos los cursos de la región, aunque no así durante el verano, que se mantuvieron consistentes con registros previos. En este caso no se pudieron observar las correlaciones demostradas en años previos respecto a la tendencia creciente del pH tanto en el curso medio del río gallegos como de los tributarios de éste en un gradiente longitudinal oeste – este (Casalinuovo et al., 2018).

Alcalinidad y dureza de $CaCO_3$: Las aguas de los ríos y arroyos muestreados en la RH13 durante 2019 presentaron valores medios de dureza del orden de 85,9 mg/l (δ = 57,9; $cv\%$ = 67,5), ligeramente por debajo de lo observado durante campañas previas entre los años 2017 – 2018 (Casalinuovo et al., 2018). La variabilidad entre muestras es alta, pero en la práctica tan solo unas pocas evidenciaron valores extremos por sobre los 200 mg/l de $CaCO_3$ como AYLF (225,2 y 209,1 mg/l para invierno y verano respectivamente), CLK2x (230,0 mg/l en invierno), SJCAx (205,1 mg/l en invierno) o ZUBAx (209,1 mg/l en verano). Los promedios estacionales en cursos resultaron del orden de 90,5 mg/l (δ = 63,8; $cv\%$ = 70,5) durante el invierno y 81,5 mg/l (δ = 52,7; $cv\%$ = 64,7) durante el verano.

Cationes mayoritarios y RAS: Calcio y Sodio son, entre los cationes mayoritarios presentes en las aguas naturales de superficie (Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ , K^+), los que predominan en términos de concentración en ríos y arroyos de la RH13. El Ca^{2+} es el catión más abundante en ríos de todo el mundo y suele provenir mayormente de la intemperización de rocas carbonatadas, de igual forma que el Mg^{2+} , siendo en ambos casos casi despreciable sus aportes a través de la atmósfera (Allan and Castillo, 2007). Resulta un elemento esencial en la nutrición de plantas y animales (Hem, 1985) de igual forma que para asegurar la neutralización de los efectos negativos de bajos pH para diferentes formas de vida acuática (Alabaster and Lloyd, 1982).

La concentración promedio de Ca^{2+} varió de $19,9 \pm 11,1$ mg/l en invierno a $22,9 \pm 15,6$ mg/l en verano en valores consistentes con los observados durante la temporada 2017 – 2018 (Casalinuovo et al., 2018) y en tal sentido resultó el catión con menor variabilidad estacional entre los mayoritarios e incluso menor variabilidad entre muestras para toda la RH13. Estos valores se encuentran en el promedio de las situaciones esperadas para cursos naturales (Anexo I) y muy por debajo de umbrales máximos críticos (Ayers and Westcot, 1985). Sin embargo, también representan bajas concentraciones que podrían significar algunas

limitaciones durante la aplicación de estas aguas en irrigación, en especial cuando el ion sodio se encuentre en concentraciones significativas. Entre los extremos de concentraciones observadas en la RH, los ríos de estepa como CIK1xx, CIK2x y AYLF evidenciaron los valores más altos entre los cursos de la región por sobre 40,0 mg/l si bien el extremo lo evidenció SJCAx con 62,1 mg/l. En las lagunas, los promedios fueron similares a los ríos, con un promedio de 20,1 mg/l $\pm$ 12,1 mg/l en invierno y 24,6 $\pm$ 8,4 mg/l en verano.

El Na⁺ resultó el segundo catión en términos de concentración presente en las aguas de ríos y arroyos de la RH13, aunque en las lagunas, en forma similar a lo observado en la RH12 resultó en concentraciones notoriamente más elevadas. En el primer caso, los promedios estacionales fueron bastante próximos entre sí con unos 20,7 mg/l $\pm$ 17,5 mg/l en invierno y 22,0 $\pm$ 23,4 mg/l en verano. La variabilidad fue importante entre muestras dentro de cada estación dados los extremos observados entre concentraciones muy bajas como las características en secciones del río Gallegos, Rubens o Penitente (< 15,0 mg/l) en relación a cursos de estepa como AYLF, CIK1xx o CIK2x (45,0 a 90,0 mg/l).

En tanto los iones Mg²⁺ y K⁺ mostraron bajas concentraciones en ambas campañas, en muestras procedentes de ríos.

Aniones mayoritarios y salinidad: Entre los aniones mayoritarios presentes en aguas de la RH13, el carbonato (CO₃=) se encontró fuera del umbral de detección en todas las muestras procedentes de ríos y arroyos (<1,0 mg/l) de igual forma que en casi todas las muestras de lagunas con excepción de unos pocos casos como LPTK (12,0 y 24,0 mg/l respectivamente para invierno y verano), LCAR (126,0 mg/l durante el verano) y LBVB (72 mg/l durante el invierno).

Presencia de Oxígeno (OD): La cantidad de oxígeno disuelto en una corriente de agua o un cuerpo depende mayormente de su temperatura (Akaahan et al., 2016), de la salinidad y de la presión atmosférica en cada momento, lo cual es a su vez una función de la altitud como de las condiciones atmosféricas medias al momento de un análisis. La concentración de OD media en cursos durante los momentos de colecta de muestras fue de 11,4 mg/l (δ = 1,8 g/l; cv%= 15,8) en el invierno y 9,6 mg/l (δ = 2,1 g/l; cv%= 21,5) para el verano. De acuerdo a lo esperado, con temperaturas medias (TM) más elevadas en la estación seca, las concentraciones de oxígeno resultaron menores. Sin embargo, la gran variabilidad observada en parámetros que influyen al OD, como la CEE, no permitieron encontrar correlaciones fuertes entre parámetros.

En la Figura 63 se representa la distribución de registros de TM y OD para los diferentes momentos de muestreo y cuerpos de agua

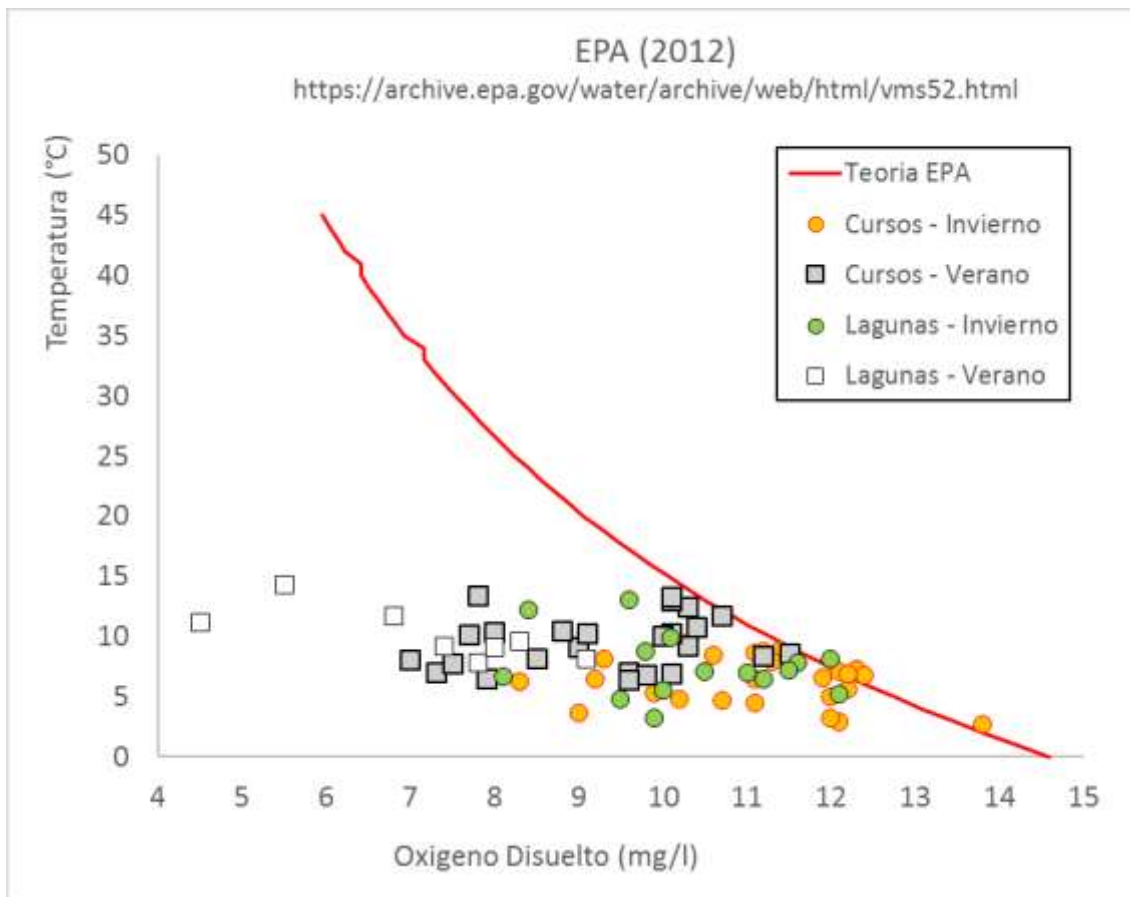


Imagen Nº 63 – Valores de Valores de TM y OD en diversos puntos de la Cuenca del Río Gallegos

El área de la Central Térmica Río Turbio ha sido muy estudiada en varias oportunidades. Así, para la determinación de la calidad del agua superficial se han tenido en cuenta los antecedentes, y limitándonos a los estudios cuyas metodologías de análisis se ajustan estrictamente a las Normas ambientales de la Agencia de Protección Ambiental de los EEUU – EPA; se dispone de información de las siguientes campañas de agua superficial sobre la Cuenca Turbio – Gallegos:

- Campaña del año 2008 realizada por el Servicio Geológico Minero Argentino (SEGEMAR)
- Campaña del año 2011 realizada por la UTN para YCRT
- Campaña del año 2018 realizada por Diprem para YCRT
- Campaña de verificación de antecedentes del año 2021 realizada para el presente estudio

En adición se han tenido en cuenta los siguientes estudios:

1. “Estudio de Impacto Ambiental Central Termoeléctrica a carbón Río Turbio, Santa Cruz”. Serman y Asociados S.A. 2009.
2. “Evaluación de la contaminación por metales en sedimentos y material en suspensión de la Cuenca Turbio – Gallegos”. Mónica Gil Miguel Harvey y José Luis Esteves. 1996.

En el Capítulo 9 informe 3 y 4 se realiza una descripción detallada de las campañas realizadas, sintéticamente puede señalarse:

Campaña año 2008

En esta campaña (Segemar, 2008), los sitios de muestreo fueron los de la imagen 64 y se tomaron 13 muestras de agua superficial, en los arroyos San José, Primavera, Santa Flavia y en el río Turbio.

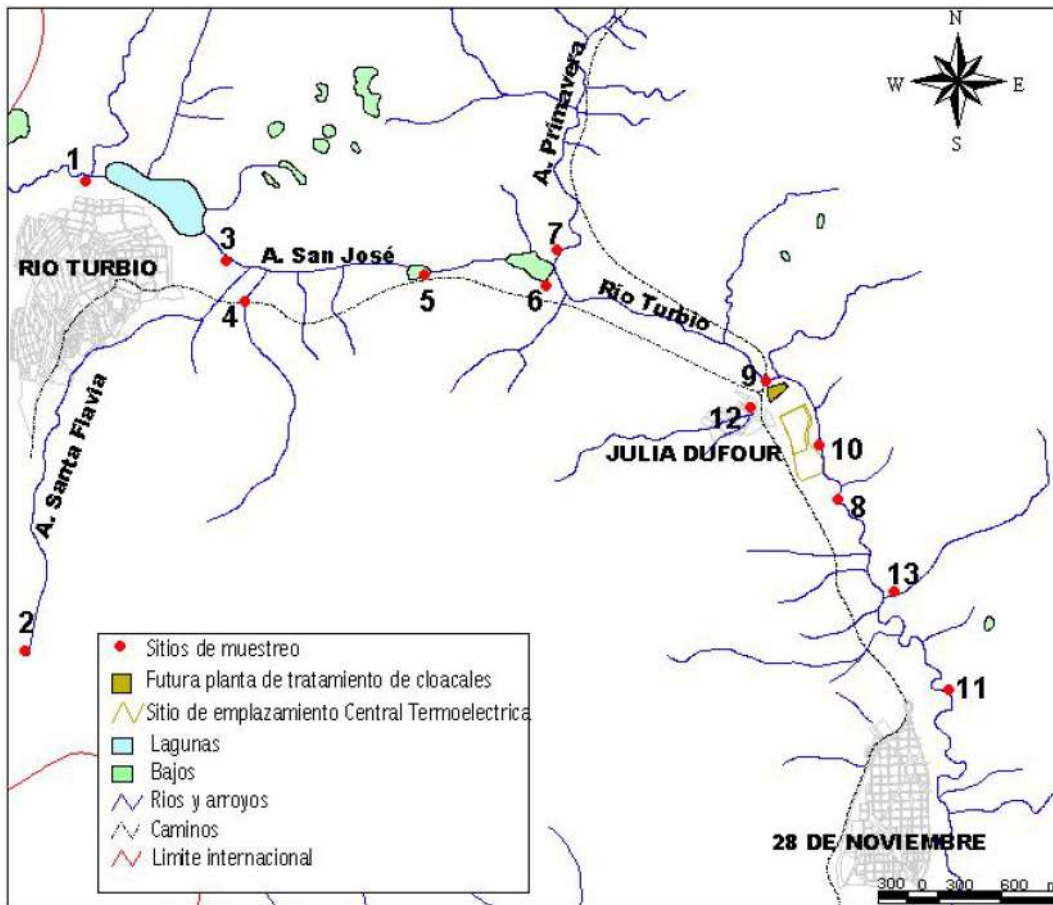


Imagen N° 64. Esquema de ubicación de las muestras de aguas superficiales

Fuente: Segemar (2008).

Los resultados permitieron una primera clasificación de las aguas en bicarbonatadas y sulfatadas, sódicas, cálcicas y magnésicas por sector (cuadro 21).

Cuadro N° 21. Resultados de los análisis físico-químicos

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 Chatarra	Depósito de Chatarra	Humedal	Desagüe estéril (Mina YCRT)	A. Primavera	Predio (después del basural)	R. Turbio (matadero)	Predio futura Planta	R. Turbio antes de 28 de Noviembre	Chomillo 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)	Acceptable	Tolerable
Alcalinidad tot. En co3ca	109.2	102	196.4	345	247.2	265	71.6	114.4	117.6	109	110	135.2	85.6	400	800
Alcalinidad feno. En co3ca	0	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Amoníaco (NH4)	0.22		17.15	0.49	6.4	9.79	0.13	1.3	3.75	0.81	0.78	1.55	0.12	0.2	0.3
Calcio (ca+)	30.58	28.46	48.74	70.38	56.67	62.12	16.79	32.22	32.06	34.47	34.71	35.11	19		
Cloruro (Cl-1)	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	250	250
Coficiente 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		
Coficiente 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	276	280	260	320	295	147		
Dureza (CO3H)2Ca	116.8	111.6	180.6	212	217.6	244	94.6	111.6	124.6	136.4	154.8	164	90		
Dureza total CO3Ca	116.8	111.6	180.6	212	217.6	244	94.6	111.6	124.6	136.4	154.8	164	90	80/200	400
Fluor	0.51		0.11	0.64	0.86	0.57	0.59	0.22	0.46	0	0	0.41	0	0.7-1.2	2
Fosfato	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	0.1	0.2
Índice de Róznar	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		4.01	1.92	3.95	4.16	1.05	2.61	2.43	4.45	3.9	9.49	2.62	<45	45
Nitró (NO2)	0.001		0.006	0.004	0.016	0.125	0.001	0.097	0.027	0.056	0.05	0.15	0.004	<0.10	0.1
Potasio (K+1)	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		15.62	8.69	16.37	11.88	12.78	15.05	15.62	13.99	14.32	19.94	19.38		
Sodio (Na+1)	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		47.39	428.35	63.79	149.47	-5	46.29	50.67	50.67	64.89	6.92	-5	200	250
Sulfuro (S-2)	negativo	negativo	positivo	negativo	negativo	negativo	negativo	negativo	negativo	negativo	negativo	negativo	negativo		
Turbiedad UNT	23	170	106	12	16	18	0.6	39	11	44	65	10	2.2	1	2
Color aparente	20		30	10	20	20	10	15	20	20	15	30	40	6	15
Aniones	9.5023	2.7509	5.4447	27.7576	6.5291	8.9601	2.1962	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		

Fuente: Segemar (2008).

Cuadro N° 22. Clasificación de aguas según diagrama de Piper y de Schoeller - Berkloff

Muestras superficiales	Diagrama de Piper	Diagrama de Schoeller – Berkloff
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	Bicarbonatada cálcica-sódica	Bicarbonatada cálcica
Muestra 6	Bicarbonatada sódica-cálcica	Bicarbonatada sódica-cálcica
Muestra 7	Bicarbonatada magnésica	Bicarbonatada magnésica
Muestra 8	Bicarbonatada cálcica-sódica	Bicarbonatada cálcica
Muestra 9	Bicarbonatada cálcica-sódica	Bicarbonatada cálcica
Muestra 10	Bicarbonatada 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

Fuente: Segemar (2008).

Pese a su antigüedad y limitaciones es un antecedente válido a tener en cuenta.

Campaña año 2011

Campaña del año 2011 para la Addenda del EsIA realizado por la UTN, donde se extrajeron muestras en 21 puntos, desde aguas arriba del Arroyo San José, hasta aguas abajo de la localidad 28 de Noviembre, y sus afluentes naturales principales (Arroyo Santa Flavia y

Arroyo Primavera), y antrópicos (efluente usina vieja, efluente cloacal, etc.). Los sitios de muestreo se presentan en el cuadro 23 y las imágenes siguientes.

Cuadro N° 23. Puntos de muestreo de agua superficial – marzo de 2011

Agua Superficial

AS1	51°34'22,16"S Y 72°20'49,70"O	SANTA FALVIA ABAJO CHIFLÓN 3 MINA 4
AS2	51°32'44,60"S Y 72°20'23,0"O	SANTA FLAVIA UMPA
AS3	51°33'07,36"S Y 72°18'36,81"O	BOCA DE MINA 4
AS4	51°32'28,93"S Y 72°18'47,78"O	CHORRILLO QUEBRADA MINA 4
AS5	51°32'19,57"S Y 72°15'57,76"O	CHORRILLO MINA 3
AS6	51°31'37,39"S Y 72°20'12,13"O	AGUAS ARRIBA DIQUE SAN JOSÉ
AS7	51°31'55,66"S Y 72°19'12,16"O	AGUAS ABAJO DIQUE SAN JOSÉ
AS8	51°31'02,78"S Y 72°19'01,29"O	CONFLUENCIA SANTA FLAVIA Y SAN JOSÉ
AS9	51°32'02,78"S Y 72°19'01,29"O	EFLUENTE CLOACAL R.TURBIO
AS10	51°32'05,33"S Y 72°18'50,75"O	SAN JOSÉ PLANTA NUEVA
AS11	51°32'03,52"S Y 72°17'57,82"O	SAN JOSÉ ANTES DEL ESTÉRIL
AS12	51°32'03,17"S Y 72°16'51,31"O	SAN JOSÉ INTERCEPCIÓN CINTA DE ESTÉRIL
AS13	51°32'10,84"S Y 72°16'03,06"O	SAN JOSÉ FRENTE ENTRADA MINA 5
AS14	51°32'13,33"S Y 72°15'53,36"O	SAN JOSÉ UNIÓN EFLUENTE USINA
AS15	51°32'12,53"S Y 72°15'53,68"O	PRIMAVERA ANTES DE HACERSE TURBIO
AS16	51°32'13,42"S Y 72°15'50,17"O	TURBIO INICIO
AS17	51°31'30,91"S Y 72°16'03,91"O	PRIMAVERA CAMPING
AS18	51°32'37,54"S Y 72°14'07,47"O	TURBIO SOBRE RUTA 40
AS19	51°34'16,73"S Y 72°12'27,57"O	AGUAS ARRIBA DE 28 DE NOVIEMBRE
AS20	51°36'14,16"S Y 72°12'06,47"O	AGUAS DEBAJO DE 28 DE NOVIEMBRE
AS21	51°36'03,80"S Y 72°16'20,70"O	CHORRILLO CHIFLÓN 7

Fuente: elaboración propia en base a UTN (2011).

El muestreo se diseñó de forma tal de establecer el comportamiento hidroquímico del área de estudio, y diferenciar los aportes de las distintas cargas contaminantes de los afluentes, naturales o artificiales (UTN, 2011). Para ello se consideró la toma de algunos puntos clave, a saber:

- Arroyo San José (aguas arriba del embalse): se toma este punto como la línea base

natural con mínima influencia antrópica, para comparar con las restantes determinaciones, agua abajo del mismo; previo y posterior a la confluencia del Arroyo Santa Flavia; en la intersección del efluente cloacal; previo al depósito de estéril y posterior al mismo; sobre entrada de Mina 5 y sobre unión de efluente usina

- b) Arroyo Santa Flavia: se evalúa el impacto ambiental de los lixiviados de Minas 1, 2 y de las instalaciones correspondientes al Chiflón 3 de Mina 4 y próximo a la desembocadura, donde puede apreciarse la sumatoria de todos los aportes a esta corriente de agua.
- c) Arroyo Mina 4: aguas abajo del socavón de Mina 4 y próximo a la desembocadura, dado que este curso circula por el área donde se encuentra la playa de almacenamiento de residuos de YCRT.
- d) Arroyo Primavera: en la zona del camping y antes de su confluencia con el Arroyo San José, para conformar el río Turbio.
- e) Río Turbio: en su inicio; aguas abajo sobre la Ruta Nacional Nº 40; aguas arriba y debajo de 28 de Noviembre.
- f) Arroyo Chorrillo Chiflón 7B.

Los resultados obtenidos para los parámetros analizados se presentan en el siguiente cuadro e incluye valores guías del Decreto Provincial Nº 931/07 (Reglamentario de la Ley Nº 24.587 “De la Protección Ambiental de la Actividad Minera”), con el agregado de algunos límites de referencia de otras normativas.

Cuadro N° 24. Resultados de los análisis físico – químicos en los puntos muestreados

Calidad del agua superficial - 2011														Decreto N° 931/07	Decreto N° 831/93
Analito	Un	A S1	A S2	A S3	A S4	A S6	A S7	A S8	A S9	A S10	A S11	A S12	A S13	Valor límite	Valor límite
pH (In Situ)	UpH	7,8	7,9	8,2	8,3	7	7,9	7,4	7,6	7,3	7,4	7,6	7,7	6,5 -9,0	NE
Sólidos Sedimentables en 10 min (In Situ)	ml/l	0,2	<0,1	<0,1	<0,1	0,2	<0,1	<0,1	<0,1	0,9	0,7	0,1	<0,1	NE	NE
Sólidos Sedimentables 2 h	ml/l	0,2	<0,1	<0,1	<0,1	0,2	<0,1	<0,1	<0,1	1,4	1,8	0,4	0,1	NE	NE
Cianurostotales	mg/l	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	0,005	0,005
SAAM (Sustancias activas al azul de metileno)	mg/l	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	0,03	0,06	0,08	2,29	0,05	1,54	0,07	NE	NE
Hierro Total	mg/l	0,362	0,438	0,199	0,176	2,385	0,287	0,285	0,280	0,384	0,334	0,568	0,336	NE	NE
Manganeso Total	mg/l	0,108	0,011	<0,008	0,011	0,787	<0,008	0,014	0,113	0,029	0,024	0,011	0,336	0,1	NE
Zinc Total	mg/l	0,054	0,076	0,054	0,056	0,149	0,038	0,056	0,054	0,070	0,055	0,050	0,076	NE	NE
Cromo Total	mg/l	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	0,550	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	0,002	NE

Cadmio	mg/l	<0,000 6	<0,000 6	<0,000 6	<0,000 6	<0,000 6	<0,000 6	<0,000 6	<0,000 6	<0,000 6	<0,000 6	<0,000 6	<0,000 6	0,0002	NE
Aluminio	mg/l	0,263	0,350	0,225	0,188	4,950	0,300	0,288	0,325	0,338	0,350	0,325	0,388	NE	0,005
Antimonio	mg/l	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,016	0,016
Arsénico	mg/l	0,005	<0,003	<0,003	<0,003	0,510	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	0,05	0,05
Boro	mg/l	<0,05	<0,05	0,22	0,23	0,07	0,06	<0,05	0,15	0,14	0,19	0,21	0,18	0,75	0,75
Plomo	mg/l	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	0,001	0,001
Plata	mg/l	<0,01	0,02	<0,01	<0,01	0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,0001	0,0001
Cobre Total	mg/l	0,012	0,008	0,011	0,014	0,028	<0,005	<0,005	0,011	0,008	<0,005	0,013	0,011	0,002	0,002
Hidrocarburos totales del Petróleo	mg/l	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	1,5	1,0	<0,5	<0,5	NE	NE
Níquel Total	mg/l	0,006	0,024	<0,006	<0,006	0,023	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	0,025	0,025
Sustancias Solubles en Éter etílico (S.S.E.E)	mg/l	<5	<5	<5	<5	<5	<5	8	<5	11	<5	<5	<5	NE	NE
Oxígeno Disuelto (InSitu)	mg/l	9,7	8,4	9,4	9,6	9,1	9,4	8,3	2,9	<1	<1	<1	1,05	5	NE
Sólidos Totales disueltos	mg/l	176	248	937	914	90	158	137	442	645	564	606	577	1000	NE

Sólidos Suspendidos Totales	mg/l	17	9	3	42	184	2	3	18	78	18	17	43	NE	NE
MercurioTotal	mg/l	<0,000 2	<0,000 2	<0,000 2	<0,000 2	<0,000 2	0,0004	<0,002	0,0004	0,0006	0,0002	0,0002	0,0002	0,0001	NE

Fuente: UTN (2011).

Cuadro N° 25. Resultados de los análisis físico – químicos en los puntos muestreados (continuación)

Calidad del agua superficial - 2011											Decreto 931/07	N° Decreto 831/93
Analito	Unidad	A S14	A S15	A S16	A S17	A S18	A S19	A S20	A S21	A S22	Valor límite	Valor límite
pH (In Situ)	UpH	7,5	7,3	7,8	7,1	7,6	7,3	7,3	7,4	7,0	6,5 -9,0	NE
Sólidos Sedimentables en 10ml/l minutos (In Situ)		250	20	<0,1	0,1	0,2	0,3	<0,1	0,5	0,1	NE	NE
Sólidos Sedimentables en 2horas	ml/l	58	31	<0,1	0,1	0,4	10	0,1	0,8	0,2	NE	NE
Cianuros totales	mg/l	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	0,005	0,005
SAAM (Sustancias activas al azul de metileno)	mg/l	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	NE	NE
Hierro Total	mg/l	3,820	4,220	0,176	1,318	0,159	2,383	0,320	0,435	0,348	NE	NE
Manganeso Total	mg/l	1,620	0,250	0,012	0,092	<0,008	<0,080	0,016	0,031	0,026	0,1	NE
Zinc Total	mg/l	0,073	0,064	0,095	0,069	0,071	0,145	0,073	0,050	0,029	NE	NE
Cromo Total	mg/l	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	0,002	NE
Cadmio	mg/l	<0,0006	<0,0006	<0,0006	<0,0006	<0,0006	<0,0006	<0,0006	<0,0006	<0,0006	0,0002	NE
Aluminio	mg/l	4,880	2,588	0,413	1,375	0,438	0,813	0,588	0,500	0,475	NE	0,005
Antimonio		<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,016	0,016
Arsénico	mg/l	0,023	0,029	<0,003	0,011	<0,003	0,018	<0,003	0,008	<0,003	0,05	0,05

Boro		0,13	0,08	<0,05	0,08	<0,05	0,08	0,08	0,08	0,11	0,75	0,75
Plomo	mg/l	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	0,001	0,001
Plata		<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,0001	0,0001
Cobre Total	mg/l	0,011	0,088	0,014	0,014	0,015	0,010	0,008	0,010	<0,005	0,002	0,002
Hidrocarburos totales delPetróleo	mg/l	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	NE	NE
Níquel Total	mg/l	0,011	<0,006	0,012	<0,006	<0,006	0,012	0,012	<0,006	<0,006	0,025	0,025
Sustancias Solubles en Éter etílico (S.S.E.E)	mg/l	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	NE	NE
Oxígeno Disuelto (In Situ)	mg/l	2,38	2,7	9,1	3,9	8,7	2,4	3,0	2,5	8,6	5	NE
Sólidos Totales disueltos	mg/l	535	456	80	177	96	307	305	319	167	1000	NE
Sólidos Suspendidos Totales	mg/l	3327	1495	<1	190	16	925	54	101	21	NE	NE
Mercurio Total	mg/l	0,0007	0,0005	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	0,0004	0,0001	NE

Fuente: UTN (2011).

Año 2018

Campaña del año 2018 realizada por encargo de YCRT desarrollada en Julio de 2018 y en diversos puntos a lo largo del río Turbio, arroyo San José y arroyo Primavera:

Cuadro N° 26. Campaña de muestreo de agua superficial – julio de 2018

Sitio	Descripción	Ubicación
Punto 1	Agua superficial (DSW01) - 01 Arroyo San José aguas abajo pileta	51° 32' 11,97"S – 72° 16' 0,06"O
Punto 2	Agua superficial (DSW02) - 02 Río Turbio naciente	51° 32' 36,8"S – 72° 14' 5,02" O
Punto 3	Agua superficial (DSW03) - 03 Arroyo Primavera	51° 31' 37,88" S – 72° 15' 55,5"O
Punto 4	Agua superficial (DSW04) - 04 Arroyo San José aguas arriba de la escombrera	51° 32' 4,68"S – 72° 18' 2,01"O
Punto 5	Agua superficial (DSW05) - 05 Arroyo San José aguas abajo de la escombrera	51° 32' 4,93"S – 72° 16' 57,59" O
Punto 6	Agua superficial (DSW06) - 06 Río Turbio aguas abajo de 28 de Noviembre	51° 39' 9,34"S – 72° 11' 12,83"O

Fuente: elaboración propia en base a recopilación de antecedentes Segemar (2008), Serman y Asoc. (2008) y UTN (2011 y 2015).

Los resultados obtenidos para los parámetros analizados se presentan en el cuadro 27. Asimismo, se incluye los valores guías obtenidos del Decreto Provincial N° 931/07 (Reglamentario de la Ley N° 24.587 "De la Protección Ambiental de la Actividad Minera", con el agregado de algunos límites de referencia de otras normativas.

Cuadro N° 27. Resultados de calidad del agua superficial (2018)

Calidad del agua superficial – 2018

N° 931/07

Dec. N°
831/93

Analito	Unidad	Punto 1	Punto 2	Punto 3	Punto 4	Punto 5	Punto 6	Valor límite	Valor límite
pH (In Situ)	UpH	8,10	8,10	8,50	8,40	8,10	8,40	6,5 - 9,0	NE
Sólidos Sedimentables en 10 minutos (In Situ)	ml/l	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	NE	NE
Sólidos Sedimentables en 2 horas	ml/l	<0,1	<0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	NE	NE
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/l	59	74	29	73	69	36	NE	NE
SAAM (Sustancias activas al azul de metileno)	mg/l	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	NE	NE
Hierro Total	mg/l	0,208	0,140	0,050	0,301	0,261	0,029	NE	NE
Manganeso Total	mg/l	0,083	0,087	0,098	0,091	0,092	0,082	0,1	NE
Zinc Total	mg/l	ND	ND	ND	ND	ND	ND	NE	NE
Cromo Total	mg/l	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0,002	NE
Cadmio	mg/l	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0,0002	NE
Aluminio	mg/l	ND	ND	ND	ND	ND	ND	NE	0,005
Arsénico	mg/l	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0,05	0,05
Cobalto	mg/l	ND	ND	ND	ND	ND	ND	NE	NE
Plomo	mg/l	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0,001	0,001
Cobre Total	mg/l	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0,002	0,002
Hidrocarburos totales del Petróleo	mg/l	<0,5	<0,5	2,4	<0,5	<0,5	<0,5	NE	NE
Níquel Total	mg/l	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0,025	0,025

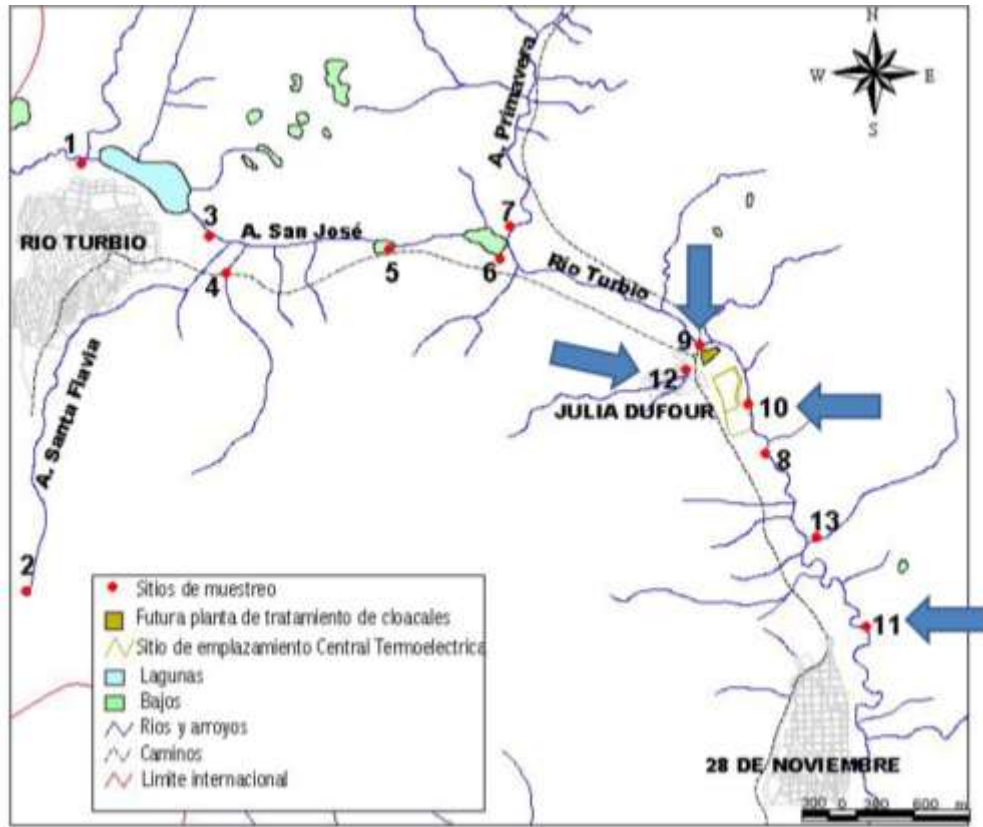
Sustancias Solubles en Éter etílico (S.S.E.E)	mg/l	<1,0	<1,0	3,2	<1,0	1,4	<1,0	NE	NE
PAHs	mg/l	ND	ND	ND	ND	ND	ND	NE	NE
Temperatura (In Situ)	°C	0,1	0,4	0,1	3,3	0,0	1,7	NE	NE
Oxígeno Disuelto (In Situ)	mg/l	6,7	6,4	6,8	6,6	6,4	8,2	5	NE
Conductividad Eléctrica	μS/cm	422	221	125	358	336	264	NE	NE
Alcalinidad total (CaCO₃)	mg/l	147	92	73	131	120	94	NE	NE
Amonio	mg/l	0,50	0,11	0,08	0,27	0,15	0,20	NE	1,37
Nitritos	mg/l	0,75	0,09	<0,05	0,13	0,87	<0,05	NE	0,06
Nitratos	mg/l	12,9	10,5	6,2	7,2	10,5	10,4	NE	NE
Olor	--	S/OE	S/OE	S/OE	S/OE	S/OE	S/OE	NE	NE
Sólidos Totales disueltos	mg/l	303	159	94	253	241	184	1000	NE
Sólidos Suspendidos Totales	mg/l	51	31	2	10	39	10	NE	NE
Sulfatos	mg/l	65	36	6	52	57	37	NE	NE
Cloruros	mg/l	22,4	10,9	6,1	18,6	15,1	16,1	NE	NE
Dureza total	mg/l	144	86	64	132	126	106	NE	NE
Fluoruro Total	mg/l	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	NE	NE
Color	Pt-Co	3	2	2	3	3	2	NE	NE
Magnesio	mg/l	24,76	14,79	11,0	22,7	21,67	18,23	NE	NE
Calcio	mg/l	16,84	10,06	7,49	15,44	14,74	12,40	NE	NE
Sodio	mg/l	30,600	13,335	8,555	26,765	5,590	21,895	NE	NE
Potasio	mg/l	1,721	0,655	0,599	1,910	0,946	0,197	NE	NE
Turbiedad	NTU	1	1	1	1	1	1	NE	NE

MercurioTotal	mg/l	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0,0001	NE
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)	mg/l	21,2	25,9	13,1	27,9	24,7	17,7	NE	NE
Btex (Benceno, Tolueno, Etilbenceno y Xileno)	mg/l	ND	ND	ND	ND	ND	ND	NE	NE
Hidrocarburos Aromáticos Polinucleares (PHA'S)	mg/l	ND	ND	ND	ND	ND	ND	NE	NE

Fuente: elaboración propia en base a recopilación de antecedentes Segemar (2008), Serman y Asoc. (2008) y UTN (2011 y 2015).

Campaña 2021

Campaña realizada en el año 2021, en los alrededores de la Central Térmica en proceso de finalización, hecha con el objetivo de verificar la no contaminación del sector, durante la Fase Construcción al PRESENTE, que aporta elementos adicionales de interés en compuestos considerados clave: hidrocarburos y metales pesados.



← Puntos de toma de muestra para verificación

Imagen N° 65. Esquema de ubicación de las muestras de aguas superficiales en área abarcada por campañas de calidad de agua superficial antecedentes

Fuente: elaboración propia en base a Segemar (2008).

Las coordenadas de los puntos de toma son:

- Agua Superficial 1: 51° 32' 37" Sur 72° 14' 07" W
- Agua Superficial 2: 51° 32' 43" Sur 72° 14' 13" W
- Agua Superficial 3: 51° 32' 50" Sur 72° 13' 39" W
- Agua Superficial 4: 51° 34' 20" Sur 72° 12' 20" W

Los puntos de muestreo pueden observarse en el Anexo 3, presente en la sección 1.1.7 Edafología (así como en mayor detalle en el Cap. 9, Sección 13 Anexo, Apéndice 6.16).

Los resultados se presentan en el cuadro 28.

Cuadro N° 28. Resultados muestras de Agua Superficiales - Campaña 2021

Punto	AS1	AS2	AS3	AS4
Aluminio (mg/l)	0,12	0,302	0,148	0,331
Antimonio (mg/l)	<0,001	<0,001	<0,01	<0,001
Arsénico (mg/l)	0,01	<0,01	<0,01	0,01
Bario (mg/l)	0,06	0,17	<0,001	0,33
Cadmio (mg/l)	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Cianuro (mg/l)	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Cinc (mg/l)	0,47	0,35	0,11	0,42
Cobre (mg/l)	0,08	0,09	0,08	0,07
Cromo (mg/l)	0,052	0,035	0,035	0,027
Dureza (mg/l)	88	120	90	91
Fluoruro (mg/l)	0,44	0,86	0,52	0,68
Hidrocarburos Totales (mg/l)	2,13	8,06	<0,001	<0,001
Hierro (mg/l)	0,33	0,98	0,57	1,14
Mercurio (µg/kg)	<0,1	7,9	9,2	1,1
Níquel (mg/l)	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Nitratos (mg/l)	1,3	2,1	1,8	1,9
Nitritos (mg/l)	0,008	0,012	0,014	0,014
pH	7,26	7,33	7,18	7,15
Plata (mg/l)	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Plomo (mg/l)	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Sólidos Disueltos Totales (mg/l)	3.600	4.200	4.500	4.500

Fuente: elaboración propia en base a los resultados del laboratorio ACON.

Conclusiones

Del análisis comparativo de los resultados obtenidos a partir de 3 campañas de muestreo antecedentes de aguas superficiales en la región, que abarca una extensión superior al entorno de la Central, realizadas se observa que las campañas 2011 y 2018 presentan correlato (no exacto pero sí dentro del mismo ámbito) para los sitios de muestreo ubicados en la naciente el río Turbio en sus nacientes y aguas abajo de 28 de Noviembre, en los arroyos Primavera y San José.

De la interpretación conjunta de los resultados obtenidos en ambas campañas para estos sitios se puede concluir que la mayor dispersión de resultados se encuentra en el Aluminio y metales pesados (Zinc, Cromo, Cadmio, Plomo, Cobre, Mercurio y Níquel). El Hierro y manganeso aparece en todas las muestras analizadas. El Arsénico no fue detectado en ninguna de las muestras analizadas durante la campaña de 2018 pero sí en el 2011 .

Respecto de PAAHs, BTEX, Hidrocarburos Totales, detergentes (SAAM) y grasas (SSEE) no fueron detectados a excepción de un punto sobre el Arroyo Primavera para detergentes y grasas.

Los resultados de la campaña del 2021, en el entorno del predio donde se construye la Central, guardan correlación con los antecedentes, no encontrándose discrepancias significativas

De los resultados analíticos obtenidos en referencia a los puntos muestreados y los parámetros evaluados, se determina que tal lo esperado, en líneas generales el Arroyo Primavera sería el cuerpo de agua superficial que se encuentra en mejores condiciones físico químicas, mientras que los restantes cuerpos de agua asociados al yacimiento de carbón y a entorno a las localidades de Río Turbio y 28 de noviembre, presentan algunos parámetros que exceden los límites normados para preservación de vida acuática.

En cuanto a la campaña del 2021 en los alrededores del predio de la Central, no se identificó la presencia arsénico y mercurio, compuestos considerados críticos, así como antimonio, cadmio, níquel, plomo y plata. La presencia de aluminio, bario, cinc, cobre, cromo, fluoruros, hierro, nitratos y demás parámetros se encuentran dentro de los valores recomendados para agua la protección de la vida acuática. La presencia de ciertos compuestos como sólidos disueltos totales, hidrocarburos totales se encuentran en línea con los antecedentes utilizados para la Línea de Base Ambiental en general, y la existencia de actividades antrópicas así como la tradicional minera en especial.

A su vez, tanto el predio de la Central Térmica como su entorno inmediato, no presenta indicios de haber sido contaminado durante la construcción, por lo menos a la fecha de la realización de la campaña – fines del 2021. La campaña de dicho año confirma las características del Medio Físico señaladas en las diferentes Líneas de Base Ambiental antecedentes.

1.3.5. Hidrología: conclusiones

La información analítica de las condiciones hidráulicas e hidroquímica del Arroyo San José aguas arriba de la localidad de Río Turbio, son coincidentes con las observaciones realizadas por los distintos profesionales intervinientes en este estudio, con referencia a que en ese sector, las acciones antrópicas son irrelevantes y predominan las condiciones naturales del cuerpo de agua.

Inmediatamente aguas abajo de la localidad de Río Turbio se produce un desmejoramiento de la calidad de las aguas superficiales, producto de los efluentes cloacales provenientes de la misma, donde se producen concentraciones de sólidos en suspensión, amonio, detergentes, grasas, mayores concentraciones de DBO₅, y consecuentemente una disminución importante del oxígeno disuelto, estableciendo que los valores encontrados y su persistencia a lo largo del tiempo y del curso analizado, pondrían en riesgo la fauna acuática. También es importante destacar la contaminación bacteriológica, tanto en coliformes totales como en coliformes fecales.

La industria extractiva de carbón y sus actividades conexas generan un aporte, como líquidos de drenaje de mina, efluentes industriales de usina térmica, aguas de lavado de la planta de trituración y tratamiento, algunas de ellas con elevadas concentraciones de partículas en suspensión y contaminantes disueltos. Paralelamente, deben considerarse aquellos aportes a

los cursos de agua de la cuenca, que escurren en forma superficial, subsuperficial o subterráneamente, erosionando o disolviendo suelos naturales, material estéril, y lavando instalaciones y disposición de residuos/chatarra no controlados. Es importante destacar, como aporte adicional a lo manifestado con anterioridad, los estériles dispuestos sobre la margen izquierda del Arroyo San José, los cuales son erosionados lentamente por el curso de agua, incorporándolos en su gran mayoría como material sedimentable y en suspensión que es arrastrado aguas abajo. Tampoco debe descartarse el aporte realizado por el viento sobre el material estéril y finas partículas de carbón del proceso y traslado sobre cintas en algunos casos, sin protección.

Es previsible que el impacto de estas distintas fuentes sobre la calidad del recurso hídrico superficial, es significativo, y coincidente con los resultados analíticos encontrados en los estudios considerados. También debe señalarse la actividad extractiva de áridos, en la margen izquierda del Río Turbio en las inmediaciones de la confluencia de los Arroyos San José y Primavera.

Paralelamente a lo anteriormente expuesto, los monitoreos de agua superficial, realizados sobre el cuerpo principal de la cuenca desde aguas arriba de la localidad de Río Turbio (Arroyo San José), hasta la localidad de Glencross (Río Turbio), con mayor información en la parte alta, hasta aguas abajo de la localidad de 28 de Noviembre, tienden a corroborar la influencia de los aportes de la actividad extractiva en la calidad de las aguas superficiales. La concentración de metales pesados, alcanzan la mayor relevancia en los siguientes parámetros Al, Zn, Cu, Mn y Fe. Siendo estos de gran ubicuidad, y si bien presentan concentraciones elevadas desde AS 13 a AS 15 y en el AS 6, producto de la actividad extractiva y de las actividades industriales asociadas, mediante los vuelcos de efluentes en ese sector de la cuenca, los mismos forman parte de background regional.

La presencia de sólidos suspendidos y sedimentables, y la distribución de sus concentraciones, es clarificadora de la influencia de la actividad industrial en la cuenca, y principalmente de los efluentes de la planta de tratamiento y separación de carbón.

Previsiblemente la concentración de metales en suelos naturales no debería justificar la concentración de estos compuestos en el agua superficial por efecto del lavado de los mismos.

Las aguas del Río Turbio discurren una vez alcanzada la llanura extra - andina, en formas meandrosas que favorecen la deposición de sus cargadas aguas de sólidos en suspensión producto del cambio de la dinámica de sus aguas, lo cual ocurre rápidamente, como puede observarse a la altura de 28 de Noviembre y luego en Glencross. También los aportes que el mismo curso tiene provenientes de escurrimientos superficiales y subterráneos durante su trayecto hasta confluir con el Río Gallegos, facilitan su dilución para aquellas concentraciones de contaminantes que se encuentran en solución.

Desde el punto de vista netamente hidráulico también se producen alteraciones en el flujo de agua en el curso principal de la cuenca y sus afluentes, a saber:

- (a) Embalse del Arroyo San José a la altura de la localidad de Río Turbio, para utilizar la misma originalmente para abastecimiento de agua potable, hoy ese abastecimiento se realiza a través de captaciones subterráneas aguas abajo del endicamiento y previo al embalse, utilizando éste como fuente inducida.
- (b) Avance de los depósitos de estéril sobre el curso principal del Arroyo San José, estrangulando su cauce por la disposición sobre la margen izquierda de dichos materiales, el cual se “derrama” sobre el propio cauce.
- (c) Desvío del curso principal aguas abajo del estrangulamiento señalado, por la construcción de lagunas artificiales sobreelevadas, que receptan los líquidos con estéril y algunas de las

cuales se encuentran colmatadas.

- (d) La modificación geomorfológico natural, producto de la construcción de la infraestructura de la industria minera, y principalmente por la disposición desordenada de los estériles en distintos puntos de la cuenca, lo cual ha producido localmente geoformas superpuestas a las originales, han ocasionado modificaciones del flujo superficial y subsuperficial existente, y consecuentemente del flujo subterráneo.

Estas conclusiones tienen el carácter de preliminares, en virtud que si bien existen evidencias sustentables basadas en observaciones e información analítica (en algunos casos disidentes), las mismas no alcanzan para consolidar una hipótesis concluyente, siendo necesarios nuevos elementos analíticos o bien estudios específicos orientados a la dilucidación de las mismas.

Las características de los estudios, sin la frecuencia, orden sistémico, representatividad y realizados con criterios disímiles, conlleva a que las conclusiones para situaciones fuera del área de influencia primaria del proyecto, tengan la característica de preliminar.

Por ende puede establecerse que los impactos producidos en la parte alta de la cuenca por la explotación del carbón, los cuales producen una alteración de la calidad de las aguas localmente, disminuyendo regionalmente progresivamente aguas abajo, a partir de procesos de dilución y deposición de los sedimentos en suspensión, y no alcanzan a tener influencia relevante en la parte baja de la cuenca a la altura de la confluencia con el Río Gallegos.

Para realizar conclusiones definitivas, será necesario una red de monitoreo permanente en puntos estratégicos, con medición de parámetros predeterminados, por lo menos tres veces al año, para establecer la influencia de la industria extractiva en toda la cuenca, especialmente en la cuenca baja del sistema hídrico y paralelamente seleccionar una serie de indicadores, como por ejemplo la determinación de material carbonoso en sólidos suspendidos, que permitan diferenciar el origen del mismo.

La ausencia de Pb, Cr, Cd, Sb y Cianuros en todas las muestras extraídas contrastan con otros estudios, que detectan la presencia de Pb y Cr. El Hg, se encuentra presente en varias muestras, en contrario a otros estudios que lo informan como ausentes. Nuevos muestreos, irán dilucidando el comportamiento de estos parámetros y su distribución en la cuenca.

Dentro de la génesis de las diferentes corrientes de contaminantes hacia los distintos cursos de agua de la cuenca alta del Río Turbio, y los impactos potenciales de cada una de ellas, podemos a priori establecer que los vuelcos producidos por la planta de tratamiento y separación del carbón del estéril es la principal unidad de afectación de los impactos, produciendo alteraciones de la composición físico químico de las aguas. Paralelamente, la disposición histórica (desde el principio mismo de la actividad minera, hasta la actualidad) de los sedimentos estériles en distintos puntos, principalmente en ambas márgenes del Arroyo San José (más caóticamente dispuestas en la margen izquierda del arroyo), pueden eventualmente contribuir al desmejoramiento de las aguas superficiales. Si bien sobre esto hay numerosas evidencias, más físicas que analíticas, estudios específicos relacionados a la composición media del estéril y su influencia sobre las aguas superficiales y subterráneas puede ser necesario y determinante.

1.3.6. Hidrología: sedimentos

Para la determinación de sedimentos se cuenta con estudios fisicoquímicos antecedentes, y limitándonos a los estudios cuyas metodologías de análisis se ajustan estrictamente a las Normas ambientales de la Agencia de Protección Ambiental de los EEUU – EPA; se dispone de información de las siguientes campañas:

- Campaña año 2011 realizada por UTN para YCRT
- Campaña 2018 realizada por la firma Diprem para YCRT
- Campaña de verificación de antecedentes del año 2021 realizada para el presente estudio.

En el Capítulo 9 informe 3 y 4 se realiza una descripción detallada de las campañas realizadas, sintéticamente puede señalarse:

Campaña 2011

En esta campaña se extrajeron seis (6) muestras en puntos estratégicos (cuadro 29) (UTN, 2011).

Cuadro N° 29. Muestreo de sedimentos, 2011

Punto	Descripción
SF1	Sobre Arroyo Santa Flavia, a la altura de UNPA.
SF2	Aguas arriba Dique San José.
SF3	Arroyo San José, planta nueva.
SF4	Arroyo San José con intersección con cinta de estéril.
SF5	Arroyo San José con unión efluente usina.
SF6	Río Turbio sobre Ruta Nacional N° 40.

Fuente: UTN (2011).

En el cuadro 30 pueden visualizarse la totalidad de los resultados obtenidos en cada punto de muestreo, para cada parámetro, las unidades utilizadas y los niveles guía de la Norma de referencia.

Cuadro N° 30. Resultados de los análisis físico – químicos en los puntos muestreados

Sedimentos - 2011									
Analito	Unidad	SF1	SF2	SF3	SF4	SF5	SF6	Límites Dec N° 931/07 Anexo IV.	
								Agrícola	Industrial
Cromo Total	mg/Kg	3,7	12,7	9,0	3,0	2,7	2,0	750	800
Cromo hexavalente	mg/Kg	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	8	NE
Cadmio	mg/Kg	<0,12 5	<0,12 5	<0,12 5	<0,12 5	<0,12 5	<0,1 25	3	20
Molibdeno	mg/Kg	<2	<2	<2	<2	<2	<2	5	40

Níquel Total	mg/Kg	9,95	14,13	11,93	8,880	13,40	8,53	150	500
Plata	mg/Kg	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	20	40
Plomo	mg/Kg	2,8	6,0	39,0	6,5	4,7	4,5	375	1000
Selenio	mg/Kg	<0,5	0,7	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	2	10
Talio	mg/Kg	17	19	13	12	12	8	1	NE
Vanadio	mg/Kg	82	122	95	55	80	70	200	NE
Zinc Total	mg/Kg	64,70	135,1 3	255,7 0	65,03	41,85	45,4 5	NE	NE
Cobre Total	mg/Kg	20	21	82	44	28	32	150	500
Arsénico	mg/Kg	0,61	<0,15	0,23	0,38	0,71	0,23	20	50
Mercurio	mg/Kg	<0,1	<0,1	0,3	<0,1	0,4	<0,1	0,8	20
Antimonio	mg/Kg	<2	<2	<2	<2	<2	<2	20	40
Bario	mg/Kg	51	86	80	<25	72	62	750	2000
Berilio	mg/Kg	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	4	8
Boro	mg/Kg	0,8	3,4	0,7	1,8	2,0	2,0	2	NE
Cobalto	mg/Kg	10,18	12	9	6	9	7	40	300
Estaño	mg/Kg	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	5	300
CianurosLibre	mg/Kg	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,5	100
Cianuros Totales	mg/Kg	0,1	0,9	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	5	500
Sulfuros	mg/Kg	14,40	170,9 3	466,3 0	221,4 0	341,0 0	48,4 0	500	NE
Fenol	mg/Kg	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	NE	NE
o- cresol	mg/Kg	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	NE	NE
m- cresol	mg/Kg	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	NE	NE
o- cresol	mg/Kg	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	NE	NE
PAH's	mg/Kg	<0,1	<0,1	0,4	<0,1	<0,1	< 0,1	NE	NE
PCB's Totales	mg/Kg	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,0 2	NE	50

Benceno	mg/Kg	<3	<3	<3	<3	<3	<3	NE	5
Tolueno	mg/Kg	<10	<10	<10	<10	<10	<10	NE	30
Etilbenceno	mg/Kg	<10	<10	<10	<10	<10	<10	NE	50
m y p-xileno	mg/Kg	<30	<30	<30	<30	<30	<30	NE	NE
o-xileno	mg/Kg	<30	<30	<30	<30	<30	<30	NE	NE
Xilenos Totales	mg/Kg	<30	<30	<30	<30	<30	<30	NE	50
Naftaleno	mg/Kg	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	NE	50
Acenaftileno	mg/Kg	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	NE	NE
Acenafteno	mg/Kg	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	NE	NE
Fluoreno	mg/Kg	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	NE	NE
Fenantreno	mg/Kg	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	NE	50
Antraceno	mg/Kg	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	NE	NE
Carbazole	mg/Kg	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	NE	NE
Fluoranteno	mg/Kg	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	NE	NE
Pireno	mg/Kg	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	NE	100
Benzo (a) Antraceno	mg/Kg	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	NE	10
Criseno	mg/Kg	<3	<3	<3	<3	<3	<3	NE	NE
Benzo (b) + Benzo (k) Fluoranteno	mg/Kg	<10	<10	<10	<10	<10	<10	NE	10 + 10
Benzo (a) Pireno	mg/Kg	<10	<10	<10	<10	<10	<10	NE	10
Indeno (1-2-3 cd) Pireno	mg/Kg	<30	<30	<30	<30	<30	<30	NE	10
Dibenzo(a,h) Antraceno	mg/Kg	<30	<30	<30	<30	<30	<30	NE	10
Benzo (g,h,i) Perileno	mg/Kg	<30	<30	<30	<30	<30	<30	NE	NE

Observaciones ND: No detectado/ NE: No existe – no regulado

Fuente: UTN (2011).

Analizando los resultados se puede indicar lo siguiente (UTN, 2011):

- En ninguna muestra surge la presencia (debajo del límite de cuantificación) de los siguientes parámetros:
 - Cianuros Libres.
 - Antimonio.
 - Berilio.
 - Cadmio.
 - Cromo hexavalente.
 - Estaño.
 - Molibdeno.
 - Plata.
 - Fenol; o-cresol; m- cresol y p- cresol.
 - PCB's Totales.
 - PAH's.
 - BTEX.
 - Naftaleno; Acenaftileno; Acenafteno; Fluoreno; Fenantreno; Antraceno; Carbazole; Fluoranteno; Pireno; Benzo (a) Antraceno; Criseno; Benzo (b) + Benzo (k) Fluoranteno; Benzo (a) Pireno; Indeno (1-2-3 cd) Pireno; Dibenzo (a,h) Antraceno y Benzo (g,h,i) Perileno.
- Bajas concentraciones de Cobalto; Cobre; Zinc; Cromo Total; Bario; Níquel; Arsénico y Plomo en casi todas las muestras, muy por debajo de los límites establecidos para uso industrial y también agronómico.
- El Cianuro Total y el Selenio, solo aparecen en el SF2 con valores por debajo de los niveles guías.
- El Sulfuro aparece en todas las muestras, con concentraciones elevadas entre el SF2 y el SF5, con un máximo en el SF3 (466,30 µg/g), se encuentra excedido del nivel guía para uso industrial (0 µg/g) y cerca del límite establecido para uso agronómico (500 µg/g).
- Talio, Vanadio y Boro, principalmente el primero se encuentra excedido de los niveles guías en todas las muestras. En el caso del Talio, supera significativamente los niveles guías de uso industrial y agronómico. Si bien las mayores concentraciones ocurren en el SF2, se mantienen elevados en los restantes puntos de muestreo.
- Solo en el SF3 aparecen tenores de PAH's superiores al límite de cuantificación, pero muy por debajo de los niveles guías de la Norma Holandesa, ya que la norma provincial (Dto. Nº 931/07), ni la nacional (Dto. Nº 831/93) establecen éste parámetro.
- Los niveles de Sulfuros y su concentración máxima en el SF3, puede tener su origen en la transformación anaeróbica del azufre por la reducción bacteriana de los sulfatos, en un punto donde confluyen las aguas servidas de la localidad de Río Turbio.
- En referencia al Boro, se han encontrado en algunas de las muestras de suelo, concentraciones que superan los niveles guías para uso agronómico, lo cual si bien no explica la presencia de éste elemento en el suelo, si puede sustentar su presencia en los sedimentos de fondo de los cauces, producto del lavado de los suelos.
- La ubicuidad del Talio en todas las muestras con concentraciones elevadas, no es de fácil

interpretación. La falta de información sobre su presencia en los suelos de la región, impide concluir sobre su influencia en los tenores encontrados. Es posible que éste elemento se encuentre vinculado al mineral de carbón y su proceso de extracción y tratamiento, lo cual merecerá un análisis con información más abundante y específica.

- Muchos minerales presentes en las muestras extraídas, se encuentran presentes en las rocas que conforman la cuenca hidrográfica (curso principal y afluentes), como ser Arsénico, Cobre, Níquel, Zinc, Bario, Cromo, Plomo, etc. Mientras que otros son producto de las actividades antrópicas o bien se incrementan significativamente por esas mismas actividades.

En el análisis de resultados de los muestreos de este tipo de sedimento hay que ser muy cauto, ya que la dinámica del medio donde se depositan, pueden llevar las partículas a sectores aguas abajo muy alejados de los lugares originarios donde entraron al sistema. Esta dinámica, que nada tiene que ver con la que ocurre con el recurso suelo, donde la componente principal es vertical y en general de baja velocidad, dependiendo de las características de la litología, ni tampoco con el recurso agua superficial, ya que la velocidad de ésta última y la dilución son procesos que ocurren con una velocidad muy superior, y donde es más razonable encontrar diferencias significativas en las concentraciones de contaminantes entre los puntos de ingreso al sistema y puntos alejados del mismo.

No puede dejar de contemplarse con base en los estudios realizados por el INA, “Estudio de la Sedimentación de las Descargas de la Planta de Y.C. R. T. en el Río Turbio”, en el 1999, donde se concluye que las descargas de material sólido supera ampliamente los valores naturales de transporte, debido principalmente al aporte continuo de sólidos provenientes del complejo minero, vinculadas al procesamiento del carbón, y de los sólidos aportados por erosión superficial, pluvial y/o eólica, sobre los depósitos de residuos carboníferos ubicados en las márgenes del Aº San José y Río Turbio.

Otro aspecto importante a considerar, es si los lugares seleccionados para la extracción de las muestras corresponden a sectores de los cursos donde prevalecen los procesos erosivos o de acumulación, o si bien son tramos rectos donde prevalece el transporte de sedimentos (UTN, 2011).

Campaña 2018

En la campaña del año 2018 se extrajeron cuatro (4) muestras en puntos estratégicos (cuadro 31).

Cuadro N° 31. Ubicación de los sitios de muestreo de sedimentos

Punto	Descripción	Ubicación
Punto 1	07- PLANTA DEPURADORA -SEDIMENTOS DSS-07	51° 32' 9,97" S - 72° 16' 32,8" O
Punto 2	03 ARROYO PRIMAVERA -SEDIMENTOS DSS-03	51° 31' 36,11" S - 72° 15' 55,49" O
Punto 3	02-RIO TURBIO NACIENTES -SEDIMENTOS DSS-02	51° 32' 36,8" S - 72° 14' 5,02" O
Punto 4	06 RIO TURBIO AGUAS ABAJO DE 28 DE NOVIEMBRE SEDIMENTOS DSS-06	51° 39' 9,72" S - 72° 11' 25,47" O

Fuente: Diprem (2018).

En el siguiente cuadro pueden visualizarse la totalidad de los resultados obtenidos en cada

punto de muestreo, para cada parámetro, las unidades utilizadas y los niveles guía de la Norma de referencia.

Cuadro N° 32. Resultados de los análisis físico – químicos en los puntos muestreados Sedimentos 2018

Analito	Unidad	Punto1	Punto2	Punto3	Punto4	Límite Dec. N° 931/07 (Anexo IV, Tabla 7) - Agrícola	Límite Dec- N° 931/07 (Anexo IV, Tabla 7) - Industrial
CromoTotal	mg/Kg	1,38	2,23	4,12	1,05	0,75	0,80
Plomo	mg/Kg	1,82	6,12	0,07	1,01	0,375	1,00
Cadmio	mg/Kg	ND	ND	ND	ND	-	-
NíquelTotal	mg/Kg	1,85	4,08	5,01	2,22	0,15	0,50
Zinc Total	mg/Kg	ND	ND	ND	ND	-	-
CobreTotal	mg/Kg	0,02	ND	0,01	ND	0,15	0,50
Arsénico	mg/Kg	ND	ND	ND	ND	-	-
Mercurio	mg/Kg	ND	ND	ND	ND	-	-
Observaciones: ND: No Detectado - S/OE: Sin Olores Extraños							

Fuente: Diprem (2018).

Si bien, ni las normas provinciales, ni nacionales establecen niveles guías para éste tipo de sedimentos, se tomaron como elemento de referencia los niveles guías para suelos establecidos en el Decreto N° 931/07 (Anexo IV, Tabla 7). Iniciando el análisis de resultados, se puede establecer lo siguiente (UTN, 2011):

En el análisis de resultados de los muestreos de este tipo de sedimento hay que ser muy cauto, ya que la dinámica del medio donde se depositan, pueden llevar las partículas a sectores aguas abajo muy alejados de los lugares originarios donde entraron al sistema. Esta dinámica, que nada tiene que ver con la que ocurre con el recurso suelo, donde la componente principal es vertical y de baja velocidad, dependiendo de la litología, ni con el recurso agua superficial, ya que la velocidad de ésta última y la dilución son procesos que ocurren con una velocidad muy superior. Con ésta salvedad y de los resultados analíticos obtenidos puede establecerse que metales como el cadmio, zinc, arsénico y mercurio no fueron detectados en las muestras de sedimentos analizadas. El cobre muestra dispersión de resultados mientras que las mayores concentraciones se encuentran en cromo, níquel y plomo. Previsiblemente los sectores más impactados son los correspondientes a los sitios representativos de la planta depuradora y nacientes del río Turbio.

Campaña 2021

Se seleccionaron 2 puntos del entorno de la Central, uno aguas arriba y otro aguas debajo de la Central.

- 1 (un) punto en el río Turbio en el Puente sobre la Ruta 40, frente a la Central Térmica en correspondencia con el futuro lugar de vertido de efluentes.
- 1 (un) punto en el arroyo río Turbio, aguas debajo de la Central Térmica, frente a la localidad de 28 de Noviembre.

Estos dos puntos coinciden con los puntos As 3 y As 4 de aguas superficiales. Las coordenadas de los puntos de toma son:

- Sedimento 1-1: 51° 32' 50'' Sur 72° 13' 39'' W
- Sedimento 1-2: 51° 34' 20'' Sur 72° 12' 20'' W

Los puntos de muestreo pueden observarse en el Anexo 3, presente en la sección 1.1.7 Edafología (así como en mayor detalle en el Cap. 9, Sección 13 Anexo, Apéndice 6.16).

Los resultados de las muestras de sedimentos se presentan en el cuadro 33.

Cuadro N° 33. Resultados muestras de sedimentos - Campaña 2021

Punto	Sed 1-1	Sed 1-2
Antimonio (mg/kg)	<0,003	<0,003
Arsénico (mg/kg)	<0,03	0,14
Bario (mg/kg)	0,13	0,2
Cadmio (mg/kg)	<0,003	<0,003
Cianuro (mg/kg)	0,02	0,04
Cinc (mg/kg)	0,43	0,83
Cobre (mg/kg)	2,01	1,97
Cromo (mg/kg)	<0,003	0,05
Hidrocarburos Totales (gr/kg)	0,13	0,15
Hierro (mg/kg)	<0,003	<0,003
Manganeso (mg/kg)	0,88	3,1
Mercurio (µg/kg)	83,1	78,2
Níquel (mg/kg)	5,41	6,26
Plata (mg/kg)	<0,003	<0,003
Plomo (mg/kg)	<0,003	<0,003
Sulfuro (mg/kg)	0,008	0,03

Fuente: elaboración propia en base a los resultados del laboratorio ACON.

Los resultados muestran buena correlación con los antecedentes del año 2018, o sea además de no identificarse presencia significativa de arsénico y mercurio (nuevamente éste compuesto en el orden del microgramo/unidad), tampoco se encontró antimonio, cadmio, cromo, hierro, plata y plomo. La presencia de bario, cianuro, cinc, cobre, hidrocarburos totales, manganeso, níquel y sulfuros se encontraron dentro de los valores guías para materiales no peligrosos, en correspondencia con los antecedentes; o sea la mayor presencia se encuentra en hierro, manganeso y níquel; y en menor medida bario.

Conclusiones

Como conclusión general se puede señalar que, en lo que hace a los Compuestos Críticos – CC: arsénico y mercurio y en línea con los antecedentes, en principio se confirma que no existe riesgo de contaminación de estos compuestos.

Los resultados de los diferentes analitos están aproximadamente en correspondencia con las campañas antecedentes en general y los metales pesados en particular que son los de especial interés, dentro de los Compuestos de Interés – Cdl, por las características de la actividad analizada. La poca presencia de los mismos e incluso no detectabilidad, está en línea no solo con los resultados de las campañas precedentes y la del año 2021, sino incluso con otros estudios ambientales realizados fuera del marco de las evaluaciones de la Central Térmica Río Turbio o YCRT. Así en los trabajos realizados para el Estudio “Generación De Información Tendiente Al Manejo De Las Poblaciones De Salmónidos Del Río Gallegos” – (Boris et al.) utilizado en otras partes de la presente evaluación señala que: *“En todas las situaciones analizadas las concentraciones de metales en sedimentos se encontraron dentro de los parámetros de referencia”*.

A su vez, tanto el predio de la Central Térmica como su entorno inmediato, no presenta indicios de haber sido contaminado durante la construcción, por lo menos a la fecha de la realización de la campaña – fines del 2021. La campaña confirma las características del Medio Físico señaladas en las diferentes Líneas de Base Ambiental antecedentes.

1.3.7. Hidrogeología: caracterización del área de estudio

Se reconocen en el área de estudio tres unidades hidrogeológicas diferenciadas, por sus características litológicas, y su capacidad para almacenar y transmitir agua subterránea, a saber:

- i. La más importante desde el punto de vista de su potencia acuífera es la conformada por el relleno aluvial, moderno, de edad Holoceno;
- ii. Otra cuasi contemporánea con la anterior, ésta conformada por depósitos morénicos, muy heterogéneos;
- iii. Por último a los anteriores, rocosa, formada por la Formación Río Turbio, Paleoceno.

La morfología de la zona se encuentra modelada sobre la sección superior de la Fm. Río Turbio, formada por sedimentos areno pelíticos (iii), los cuales no presentan porosidad primaria, pero sí cierta porosidad secundaria producto de su diaclasamiento, lo cual permite que se produzcan infiltraciones selectivas de las precipitaciones pluviales y en mayor medida se infiltren las acumulaciones de nieve en su proceso de deshielo, lo cual en su lento proceso permite una infiltración más efectiva. Los probables caudales de extracción de este acuífero no son en principio aprovechables para su explotación, en virtud de sus escasos volúmenes, por lo menos con los sistemas convencionales. Los antecedentes recabados en la zona establecieron que los escasos rendimientos de captaciones que intentaron el aprovechamiento de sus aguas fueron abandonados, lo cual permite aseverar una condición acuífera pobre.

Las aguas que alcanzan a infiltrarse, en situaciones topográficas positivas respecto de las unidades acuíferas suprayacente (i/ii), especialmente al acuífero alojado en el relleno aluvial de los cursos principales de la cuenca (Arroyo San José y Arroyo Primavera), pueden contribuir parcialmente a la recarga de estos últimos, mientras el resto continúa su descenso según el sistema de diaclasas y fracturación se lo permita.

Los volúmenes de agua extraída de la profundidad de la mina mediante bombas sumergibles, la cual es captada de un número apreciable de galerías subterráneas, que conforman una verdadera galería filtrante, demuestran en principio su condición. No obstante, los volúmenes extraídos en relación a la superficie abarcada por estas galerías es sumamente baja (aproximadamente 60 m³/h), lo cual habla a las claras de la capacidad acuífera de esta unidad.

Respecto de los depósitos morénicos (ii), que se encuentran en posición topográfica más elevada a los depósitos aluviales, y principalmente en la margen izquierda aguas debajo de la confluencia del Arroyo Primavera con el Arroyo San José, para conformar el Río Turbio, puede establecerse que se tratan, como su génesis lo demuestra, de sedimentos muy heterogéneos y compactos, con mayor proporción de materiales arcillo limosos. Esta característica de marcada heterogeneidad y la presencia de fracciones finas, le otorgan la característica de un acuífero, pobre y discontinuo. En razón de ello, y de su posición topográfica, no se utiliza habitualmente en el área de estudio.

El relleno aluvial moderno (i) suprayacente a las sedimentitas de la Fm. Río Turbio, conforma un paquete sedimentario, heterogéneo tanto horizontalmente como verticalmente, y que si bien se informa sobre la presencia en esta unidad acuífera de dos secciones diferenciadas, una superior de características libres o freáticas, y una inferior semiconfinada, separada de la anterior por intercalaciones arcillosas de variada composición y espesor, en realidad ese esquema puede representar condiciones locales restringidas, mientras, cuando analizamos este esquema en áreas más extendidas o regionalmente, hablamos de una unidad acuífera multiunitaria, compuesta por dos subunidades absolutamente interrelacionadas, y sólo localmente se puede verificar diferenciación hidráulica e hidroquímica entre ambas.

Esta unidad acuífera es, sin dudas, la de mayor importancia del área de estudio, la cual es intervenida a distintas profundidades por numerosas captaciones que abastecen a la localidad

de Turbio y localidades vecinas.

Este paquete sedimentario, que rellena el valle del Arroyo San José, Arroyo Primavera y Río Turbio, y conforma su morfología actual, se encuentra compuesto por un espesor de sedimentos de entre 35 a 55 m, el cual está conformado de 15 a 20 m de arcillas grisáceas a grises azuladas, en discordancia erosiva sobre la Fm. Dorotea; continúan hacia la superficie una sucesión de 20 a 25 m de arenas con bancos delgados de intercalaciones arcillosas; a las cuales suceden unos 7 m de gravas finas y gravillas con arena subordinada; rematando el perfil 7 a 8 m de turba. La turba no siempre se halla presente como remate del perfil. También es importante considerar que algunos sectores de la cuenca presentan, bien sobre la formación Río Turbio y principalmente sobre el relleno aluvial, restos de la actividad extractiva del carbón, formado por roca de caja de la mencionada unidad formacional, que se genera en el frente de explotación, y el denominado “estéril” producto del proceso de tratamiento que se le efectúa al material extraído de las galerías para la depuración del carbón. Estos materiales son dispuestos en forma aterrazada en ambas márgenes, y también en forma masiva. Las características del “estéril” donde predominan las fracciones limoarcillosas, conjuntamente con la roca de caja, generan un depósito sumamente compacto, que modifica la morfología originaria, sepulta los suelos naturales y disminuye la capacidad de infiltración.

Predominan en el perfil litológico de esta unidad, arenas y gravas con altas permeabilidades, que le dan su característica acuífera sobresaliente para la zona. El agua proviene de recarga local y directa y es proporcionada por cursos fluviales, precipitaciones pluviales y fusión de nieve estacional. El caudal básico del Arroyo San José y del Arroyo Primavera varía según la época del año, estableciéndose un período de estiaje, donde predominan las aguas pluviales (en el otoño), y un período de caudales máximos (en el inicio del verano). En el primero de estos pueden verse tramos donde el curso se insume totalmente en el subálveo, para reaparecer aguas abajo. Esta condición, sumada a la explotación intensiva del subálveo por captaciones de funcionamiento permanente y de caudales que varían entre 10 y 46 m³/h por pozo, pueden generar cambio en la condición del curso superficial respecto de su vinculación con el recurso subterráneo, es decir, que tramos del curso pueden comportarse como efluentes y otros como influentes. En condición de máximos caudales, es de suponer que predomina la condición de efluencia del agua superficial sobre la subterránea.

Asimismo, este acuífero posee una distribución geométrica y un diseño de la red de flujo subterránea que acompaña la topografía en toda su extensión, donde coincide la cuenca hidrogeológica con la cuenca hidrológica.

Las observaciones y mediciones realizadas hasta la fecha no permiten contundencia respecto al comportamiento de la interrelación de ambos recursos, a lo largo del área de estudio y en distintas épocas del año. No es un tema menor dilucidar con claridad tal situación, ya que ello permitiría interpretar algunos resultados anómalos y además contribuiría a establecer algunas pautas de manejo futuro de la cuenca.

La red de flujo regional, como era de esperar, tiene una dirección coincidente con el escurrimiento superficial, OSO-ENE. Localmente, dentro del área de estudio este acuífero es alimentado en épocas de precipitaciones y deshielos por escurrimiento superficial y subsuperficial, proveniente de las sierras que los flanquean en ambas márgenes.

El gradiente hidráulico es variable, según las diferencias topográficas del perfil de la línea de base.

En el sector medio de la cuenca es relativamente bajo en razón de la forma mesetiforme de esa sección, incrementándose en el sector Sudeste del área de estudio. Este se ve afectado en las zonas de explotación, que modifican y en algunos casos invierten el gradiente.

Los parámetros hidráulicos generales de éste tipo de acuífero (características estas, similares a

los acuíferos que se asocian a los principales cuerpos superficiales del sur de la Provincia de Santa Cruz), están dentro de los siguientes valores promedios:

- Transmisividad: 50 a 350 m²/día
- Permeabilidad: 5 a 30 m/día
- Coeficiente de almacenamiento: 4 a 1*10⁻²
- Caudal por pozo: 5 m³/hora
- Nivel estático: 2 a 10 m

En el caso que nos ocupa en el presente informe los niveles estáticos se encuentran a profundidades menores a los 2,00 mbnt, en condiciones de no explotación del recurso en sus inmediaciones.

Los trabajos hidrogeológicos más importantes en el área del Río Turbio fueron realizados por el Lic. Ricardo González Arzac y el Lic. José Luis Díaz para el Consejo Federal de Inversiones CFI) hacia finales de la década de 1980. El Plano 2 es el mapa hidrogeológico de la zona sur de la provincia de Santa Cruz elaborado por el Lic. José Luis Díaz para el CFI en el año 1995, donde puede observarse a escala regional las características de la zona de estudios, ya descripta.

1.3.8. Hidrogeología: uso actual y potencial del recurso hídrico subterráneo

Respecto del uso del recurso subterráneo, puede establecerse que el uso principal del mismo se produce mediante captaciones convencionales en el subálveo del Arroyo San José, aguas arriba y aguas abajo del embalse, para abastecimiento a la localidad de Río Turbio, dos de los cuales están próximos a la zona de la laguna donde se vierten las aguas servidas de la localidad y de YCRT, y en el Arroyo Primavera para abastecimiento de la localidad de Julia Dufour. Existen escasas captaciones fuera del subálveo, para abastecimiento de instalaciones de mantenimiento del complejo minero.

La mayoría de las captaciones no superan los 30 mbnt, algunas pueden alcanzar profundidades que apenas llegar a los 40 mbnt.

La información que se pudo recabar de la Empresa Servicios Públicos SE para la localidad de Río Turbio correspondiente al mes de septiembre de 2010 nos dice que estaban en servicio los pozos 1, 2, 3, 6, 7, 8, 9 y 10 con un caudal captado de 162.737 m³ mensuales, volumen que se almacena en un tanque elevado que se encuentra en cercanías de la boca de acceso de la Mina 1 donde se le agregan previo a su distribución 550 m³ de Hipoclorito de sodio y 589 m³ de cloro gaseoso.

El agua para aprovisionamiento a las localidades de Julia Dufour y 28 de Noviembre se capta a través de 5 perforaciones en el Arroyo Primavera, en el paraje La Primavera, aguas arriba de la confluencia con el Río San José, donde no habría influencias de afectación por parte de las actividades industriales.

La Empresa Servicios Públicos SE proporcionó a los fines del presente estudio un listado de los pozos de captación de agua en servicio con su respectivo historial de análisis de laboratorio.

En el cuadro 34 Se puede apreciar la ubicación y los caudales de los pozos donde se captó agua para el aprovisionamiento a la población de la localidad de Río Turbio durante el mes de agosto de 2011.

Cuadro N° 34. Pozo de captación de aguas – agosto de 2011

Pozo	Latitud	Longitud	Cota (msnm)	Caudal (m ³ /d)	Caudal (m ³ /mes)
Pozo 1	51°32'11.0''	72°19'17.7''	266,13	720	21.600
Pozo 2	51°31'42.2''	72°20'15.2''	272,56	720	21.600
Pozo 3	51°32'14.9''	72°19'01.1''	262,81	360	10.800
Pozo 6	51°31'33.1''	72°20'18.1''	276,32	600	18.000
Pozo 7	51°32'04.5''	72°19'20.5''	267,38	720	21.600
Pozo 8	51°31'36.7''	72°20'46.7''	275,89	F/S	0
Pozo 9	51°32'22.8''	72°18'39.6''	264,13	864	25.920
Pozo 11	51°32'21.0''	72°18'25.2''	261,9	768	23.040
Pozo 13	51°32'19.9''	72°18'04.4''	257,07	720	21.600
Pozo 15	51°32'18.3''	72°17'50.2''	257,63	720	21.600
Pozo 17	51°32'16.4''	72°17'32.4''	255,19	720	21.600
Pozo 19	51°32'15.8''	72°18'13.4''	258,91	1.320	39.600
Total captado				8.232	246.960

Nota: no se cuenta con la ubicación del Pozo 10.

Fuente: elaboración propia en base a recopilación de antecedentes Segemar (2008), Serman y Asoc. (2008) y UTN (2011 y 2015).

A los fines del aprovisionamiento de agua para la localidad de Río Turbio se realizaron pozos en el valle del Río San José captando agua del acuífero “semiconfinado”, ubicado entre los 15 y 30 metros bajo boca de pozo aproximadamente, limitado en su parte superior por un horizonte arcilloso que lo protege relativamente de las posibles contaminaciones que hubiere en la escorrentía superficial.

Es importante destacar que en la actualidad el uso casi exclusivo del agua subterránea de la cuenca se realiza para consumo humano (agua potable y sanitaria) y se extrae del acuífero aluvial (i) en su totalidad. Si bien el uso para otras actividades industriales (instalaciones de YCRT y emprendimientos industriales privados) no debe dejar de considerarse, los volúmenes en juego son despreciables y totalmente secundarios.

El uso potencial del acuífero multiunitario se verá incrementado en su explotación, dentro del área de estudio, por incremento natural de la población, más el aumento poblacional producto de nuevas actividades, como ser la ampliación de la explotación minera, para abastecimiento de la Central Térmica, como así también la operación de ésta última y todas las tareas de mantenimiento que la misma demande.

Otro aspecto a considerar es la utilización del acuífero por parte de la Central Térmica, para uso industrial y doméstico.

1.3.9. Hidrogeología: caracterización físico química del recurso hídrico subterráneo

El Laboratorio Central de la Empresa Servicios Públicos SE, encargada del suministro de agua a la localidad, realiza en forma trimestral análisis de potabilidad de cada uno de los pozos de captación de la localidad de Río Turbio o cuando las condiciones operativas así lo requieren.

La Empresa Servicios Públicos SE facilitó de acuerdo a nuestro requerimiento un listado histórico de los análisis de agua de los pozos que abastecen a la localidad, como así también la calidad del agua que ingresa a la red de distribución.

En el cuadro 35, se presentan los resultados de algunos de los parámetros analizados por SPSE y su comparación con lo establecido en el Código Alimentario Argentino.

Cuadro N° 35. Resultados de parámetros analizados

Station	Min	Max	Count	First sample	Last sample	CAA
StationID	RT-1					
Number of p	8					
Cond	369	537	4	02/07/2008	12/02/2010	
Fe_tot	0.134	0.347	4	02/07/2008	12/02/2010	0.3
Meas_Hardn	184.6	217	4	02/07/2008	12/02/2010	400
Mn_tot	0.5	1.455	4	02/07/2008	12/02/2010	0.1
NH4	0.192	0.227	4	02/07/2008	12/02/2010	0.2
NO2	0.005	0.005	4	02/07/2008	12/02/2010	0.1
NO3	4.5	4.5	4	02/07/2008	12/02/2010	45
TURBIEDAD	0.45	1.2	4	02/07/2008	12/02/2010	3

Station	Min	Max	Count	First sample	Last sample	CAA
StationID	RT-3					
Number of p	8					
Cond	352	452	5	09/03/2008	02/12/2010	
Fe_tot	0.02	0.099	5	09/03/2008	02/12/2010	0.3
Meas_Hardn	161.2	219.4	5	09/03/2008	02/12/2010	400
Mn_tot	0.502	0.538	5	09/03/2008	02/12/2010	0.1
NH4	0.184	0.254	5	09/03/2008	02/12/2010	0.2
NO2	0.005	0.005	5	09/03/2008	02/12/2010	0.1
NO3	4.5	4.5	5	09/03/2008	02/12/2010	45
TURBIEDAD	0.21	4.71	5	09/03/2008	02/12/2010	3

Station	Min	Max	Count	First sample	Last sample	CAA
StationID	RT-7					
Number of p	8					
Cond	329	392	5	09/09/2008	16/09/2010	
Fe_tot	0.05	0.05	5	09/09/2008	16/09/2010	0.3
Meas_Hardn	163.4	174	5	09/09/2008	16/09/2010	400
Mn_tot	1.019	1.38	5	09/09/2008	16/09/2010	0.1
NH4	0.2	0.259	5	09/09/2008	16/09/2010	0.2
NO2	0.005	0.005	5	09/09/2008	16/09/2010	0.1
NO3	4.5	4.5	5	09/09/2008	16/09/2010	45
TURBIEDAD	0.16	0.9	5	09/09/2008	16/09/2010	3

Station	Min	Max	Count	First sample	Last sample	CAA
StationID	RT-9					
Number of p	7					
Cond	853	1245	8	07/02/2008	10/11/2010	
Fe_tot	0.05	0.1	8	07/02/2008	10/11/2010	0.3
Meas_Hardn	476.8	762	8	07/02/2008	10/11/2010	400
NH4	0.2	0.631	8	07/02/2008	10/11/2010	0.2
NO2	0.005	0.009	8	07/02/2008	10/11/2010	0.1
NO3	4.5	4.5	8	07/02/2008	10/11/2010	45
TURBIEDAD	0.1	0.43	8	07/02/2008	10/11/2010	3
Station	Min	Max	Count	First sample	Last sample	CAA
StationID	RT-11					
Number of p	7					
Cond	650	942	6	07/02/2008	16/09/2010	
Fe_tot	0.05	0.061	6	07/02/2008	16/09/2010	0.3
Meas_Hardn	246.2	611	6	07/02/2008	16/09/2010	400
NH4	0.2	0.529	6	07/02/2008	16/09/2010	0.2
NO2	0.027	0.037	6	07/02/2008	16/09/2010	0.1
NO3	4.5	6.81	6	07/02/2008	16/09/2010	45
TURBIEDAD	0.1	0.46	6	07/02/2008	16/09/2010	3
Station	Min	Max	Count	First sample	Last sample	CAA
StationID	RT-15					
Number of p	5					
Fe_tot	0	0	1	18/04/2007	18/04/2007	0.3
Meas_Hardn	541	541	1	18/04/2007	18/04/2007	400
NH4	0.437	0.437	1	18/04/2007	18/04/2007	0.2
NO2	0.021	0.021	1	18/04/2007	18/04/2007	0.1
NO3	0.99	0.99	1	18/04/2007	18/04/2007	45
Station	Min	Max	Count	First sample	Last sample	CAA
StationID	RT-19					
Number of p	6					
Fe_tot	0.05	0.05	1	22/02/2011	22/02/2011	0.3
Meas_Hardn	378	378	1	22/02/2011	22/02/2011	400
Mn_tot	1.295	1.295	1	22/02/2011	22/02/2011	0.2
NH4	0.2	0.2	1	22/02/2011	22/02/2011	0.2
NO2	0.005	0.005	1	22/02/2011	22/02/2011	0.1
NO3	4.5	4.5	1	22/02/2011	22/02/2011	45

Nota 1: En rojo se presentan aquellos parámetros que exceden los estándares de tolerancia fijados en el Código Alimentario Argentino.

Nota 2: No se utilizó para estos parámetros el Decreto N° 931/07, en virtud que los únicos parámetros que establece es el NO₃ y el NO₂, y en ambos casos los tenores hallados se encuentran por debajo de los niveles guías establecidos en la norma.

Fuente: elaboración propia en base a recopilación de antecedentes Segemar (2008).

A continuación, se presentan el análisis estadístico y ploteo de los resultados mediante el software AQUACHEM de la Compañía Schlumberger SA, con presentación en diferentes diagramas representativos.

Según las imágenes 57, 58 y 59, el pozo que presenta los mayores problemas de contaminación orgánica en virtud de los contenidos en Amonio (NH₄⁺) es el RT-17, observándose una disminución de los tenores con el transcurso del tiempo (valor tolerable 0,2 mg/l). En este último sondeo, la afectación viene dada por su ubicación próxima a la laguna de la escombrera, donde se concentra la mayor cantidad de aguas servidas por estar ubicada aguas abajo de la entrada de los efluentes cloacales de la localidad de Río Turbio. Se han observado algunos fenómenos de eutrofización en esta laguna, como el crecimiento de algas cianofíceas. No se encontraron valores significativos en los iones nitrito y nitrato en las aguas de los pozos que abastecen a la localidad de Río Turbio.

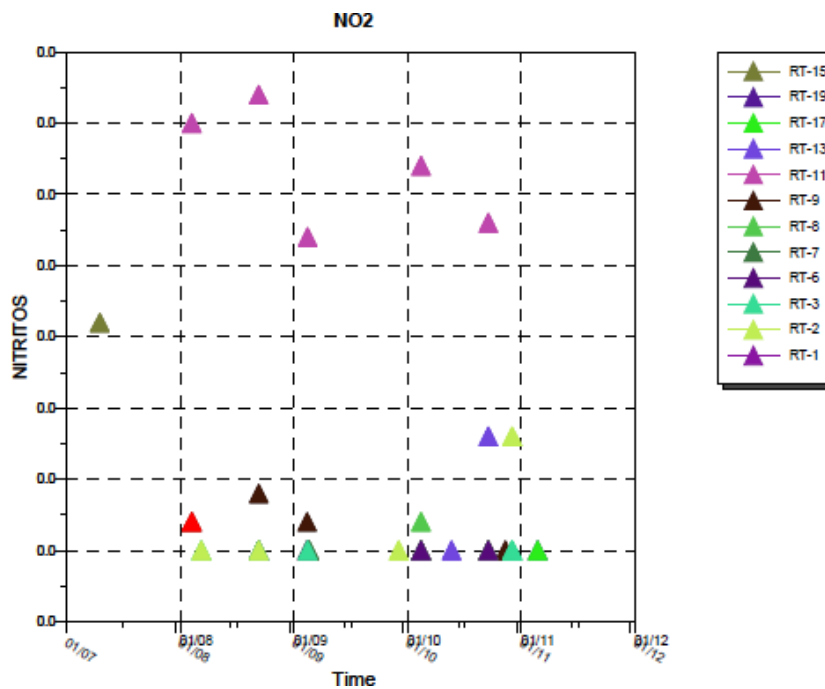


Imagen N° 66. Diagrama nitritos

Fuente: elaboración propia en base a recopilación de antecedentes Segemar (2008), Serman y Asoc. (2008) y UTN (2011 y 2015).

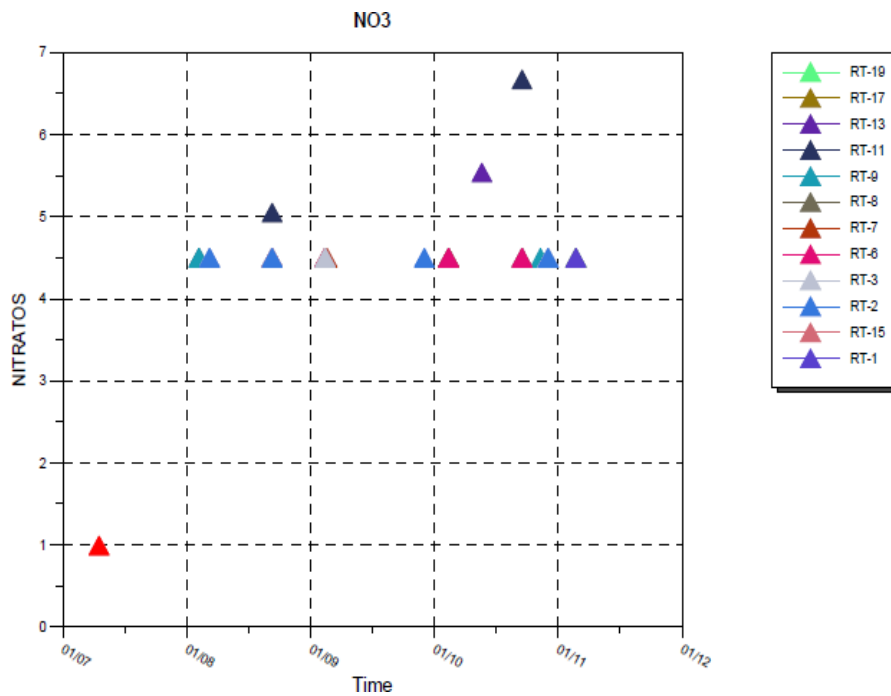


Imagen N° 67. Diagrama nitratos

Fuente: elaboración propia en base a recopilación de antecedentes Segemar (2008), Serman y Asoc. (2008) y UTN (2011 y 2015).

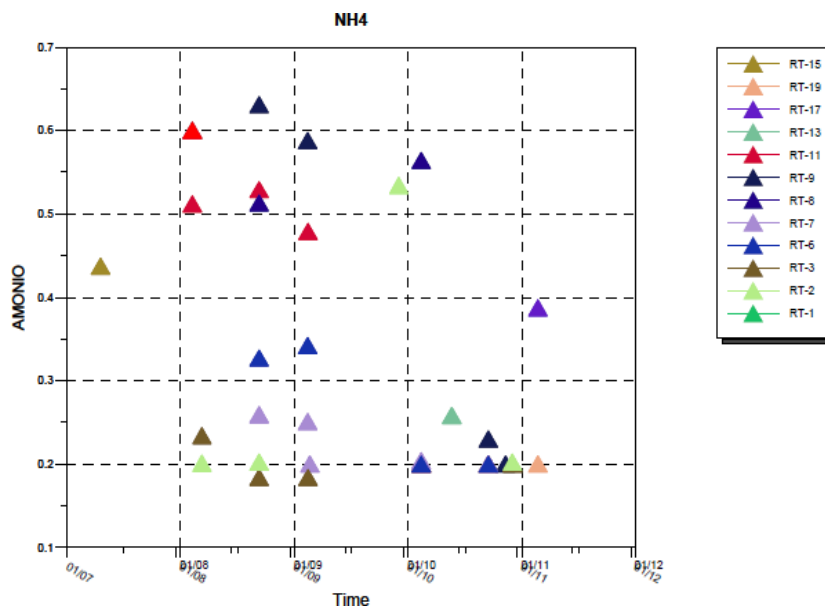


Imagen N° 68. Diagrama ion amonio

Fuente: elaboración propia en base a recopilación de antecedentes Segemar (2008), Serman y Asoc. (2008) y UTN (2011 y 2015).

El pozo RT-2, es el que presenta mayores cantidades de Hierro total diluido, que ocasiona incrustaciones en las cañerías de distribución de agua con concentraciones superiores a 1 mg/l.

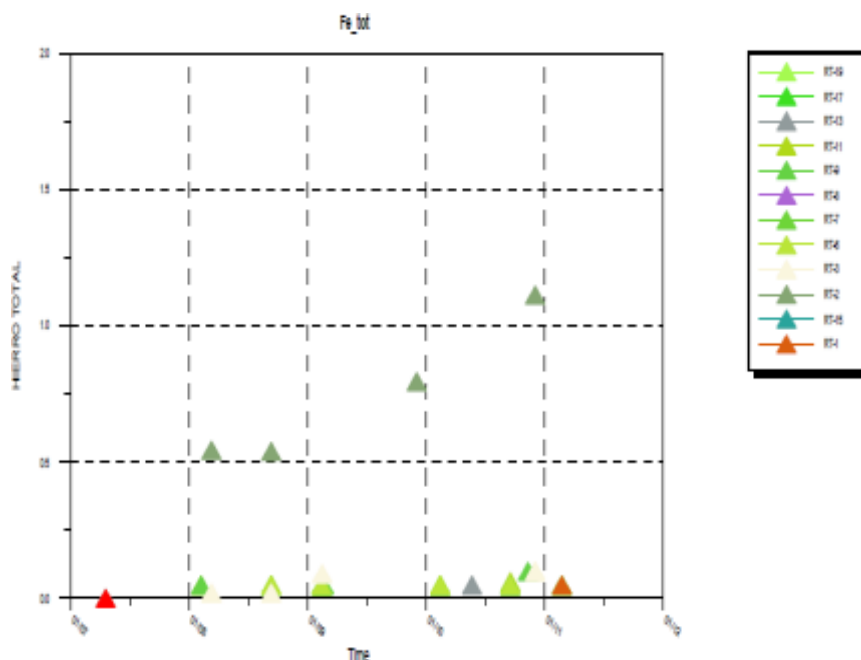


Imagen N° 69. Diagrama hierro total

Fuente: elaboración propia en base a recopilación de antecedentes Segemar (2008), Serman y Asoc. (2008) y UTN (2011 y 2015).

Si bien la mayoría de los pozos poseen altos contenidos de Manganeso, las perforaciones que por los antecedentes tienen las mayores concentraciones son el RT-1, RT-2, RT-6 y RT-19 con valores superiores a 1,00 mg/l según se aprecia en la imagen 70. Hay antecedentes de cálculos del Índice de Ryznar, el cual predice la tendencia agresiva o incrustante del agua, con valores

cercanos a 6, lo cual marca una tendencia incrustante del agua en algunas captaciones.

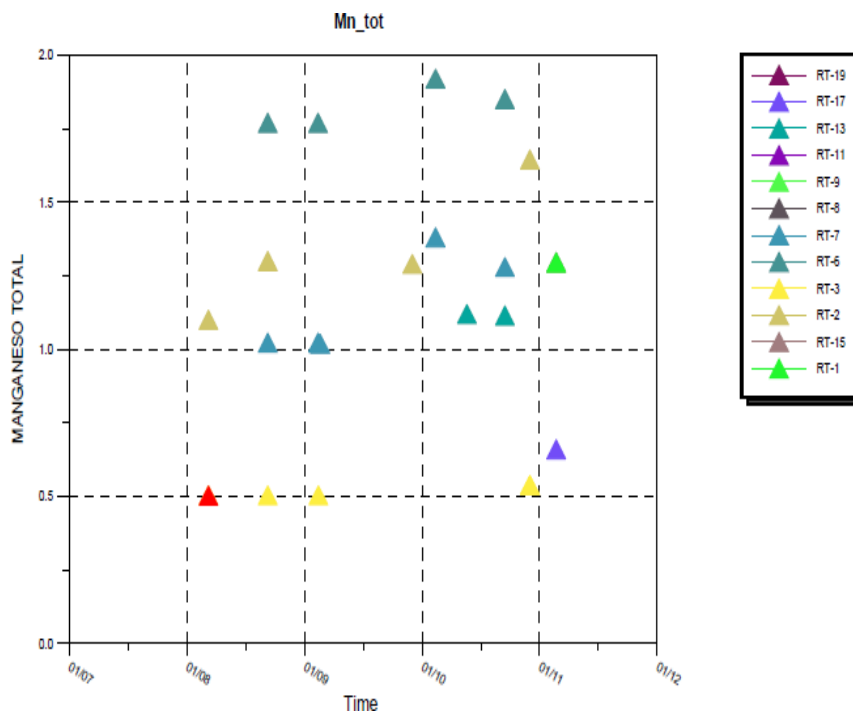


Imagen N° 70. Diagrama manganeso total

Fuente: elaboración propia en base a recopilación de antecedentes Segemar (2008), Serman y Asoc. (2008) y UTN (2011 y 2015).

El diagrama ternario de cationes de la imagen 71 nos muestra la distribución del Calcio-Magnesio y Sodio en las aguas de cada uno de los pozos de captación, predominando el Calcio que permite clasificarlas como ligeramente duras, contribuyendo a la característica incrustante de las mismas. En el sistema de aprovisionamiento de agua de la localidad de Río Turbio el pozo con aguas más duras es el RT-9.

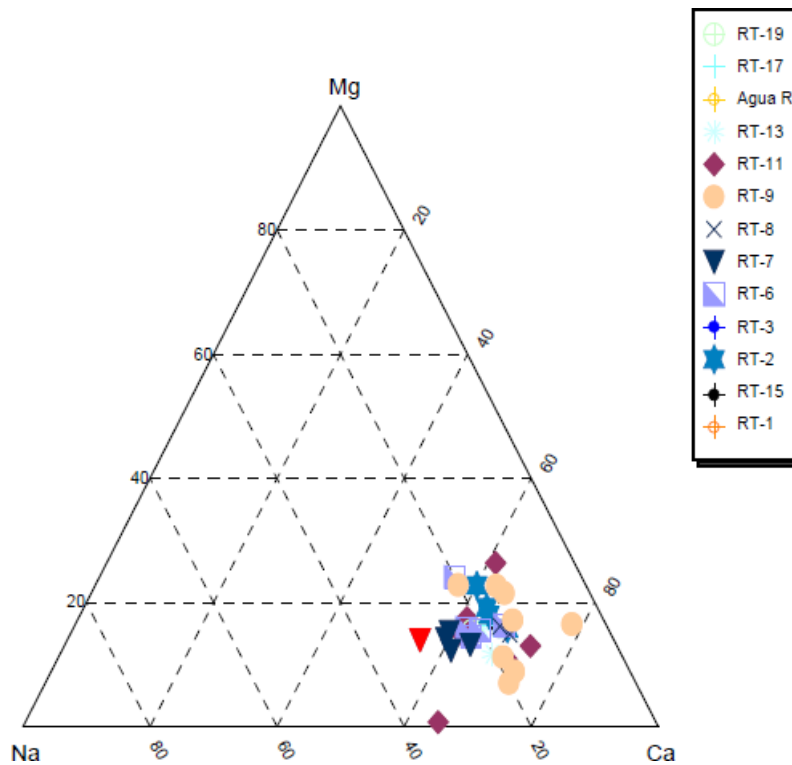


Imagen Nº 71. Diagrama ternario de cationes

Fuente: elaboración propia en base a recopilación de antecedentes Segemar (2008), Serman y Asoc. (2008) y UTN (2011 y 2015).

Las partículas sólidas en suspensión presentes en el agua de escorrentía y en parte en el agua subterránea tienen que ver con el carbón en forma de polvo muy fino que en el caso de los ríos se incorpora a las corrientes de agua al pasar éstas por terrenos que contienen carbón aflorante en superficie, en el caso de las aguas del subsuelo por infiltración de las aguas de los lodos de escombreras y lavado de suelos e instalaciones con contenido de carbón sobre su superficie. Un índice que mide este parámetro es la turbiedad, que es la dificultad de un agua para transmitir la luz. Mide el contenido de materias coloidales y en suspensión muy fina, difícil de sedimentar y filtrar y que es desagradable en agua de bebida. En la imagen 72 vemos que los pozos con valores más altos de turbiedad son el RT-2 y el RT-8.

En cuanto a la conductividad, en la imagen 73 se observa que los mayores valores se registran en los RT-9, RT-11 y RT-13, en correspondencia con la presencia de sales y otros compuestos.

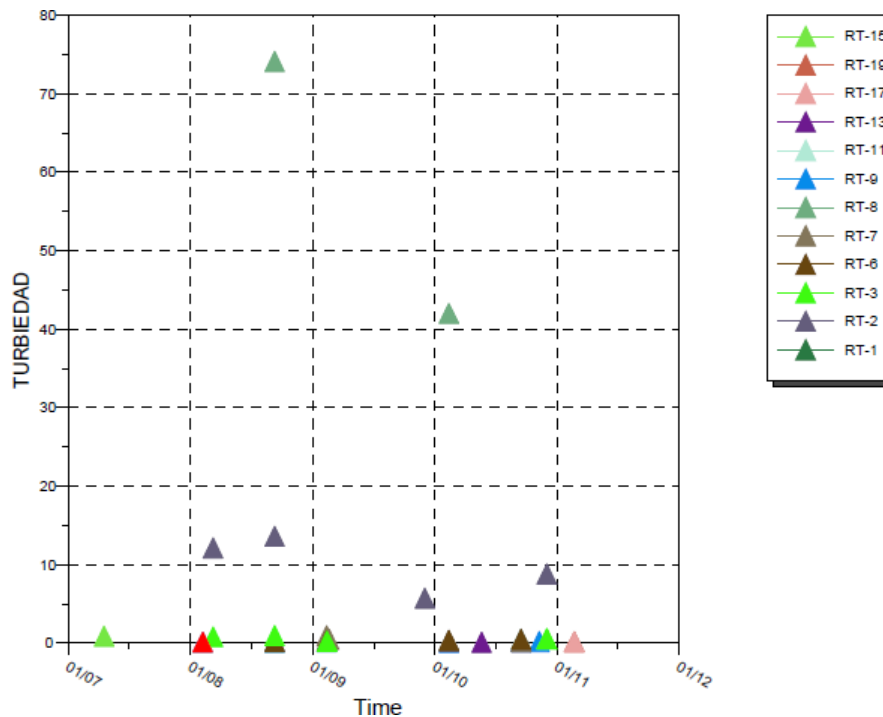


Imagen N° 72. Diagrama turbiedad

Fuente: elaboración propia en base a recopilación de antecedentes Segemar (2008), Serman y Asoc. (2008) y UTN (2011 y 2015).

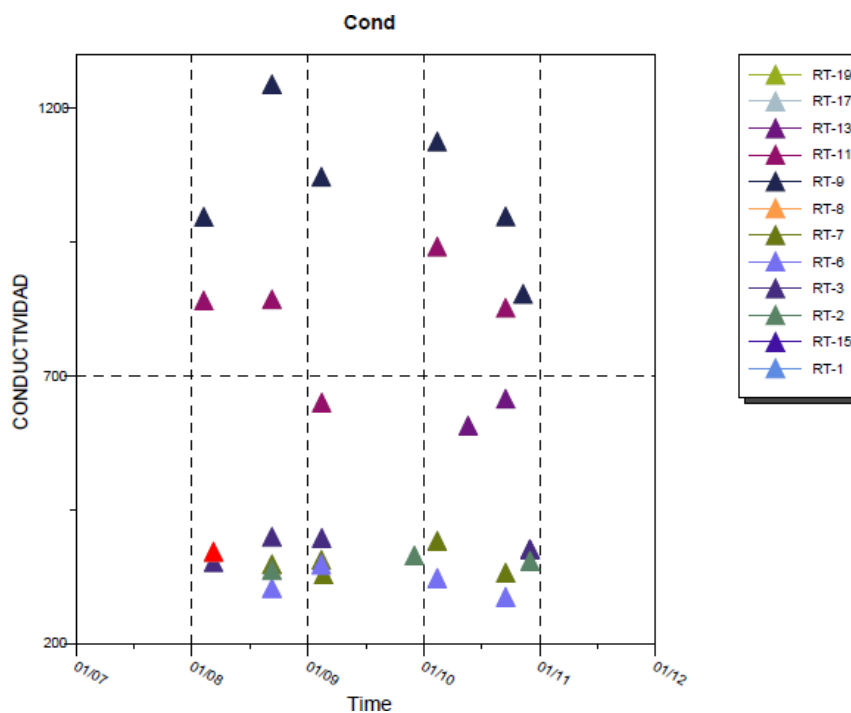


Imagen N° 73. Diagrama conductividad

Fuente: elaboración propia en base a recopilación de antecedentes Segemar (2008), Serman y Asoc. (2008) y UTN (2011 y 2015).

El índice de Schöller tiene en consideración los contenidos de cloruros, sulfatos, bicarbonatos, sodio, Calcio y Magnesio, y en función de los contenidos determina la potabilidad del agua de acuerdo a la siguiente escala:

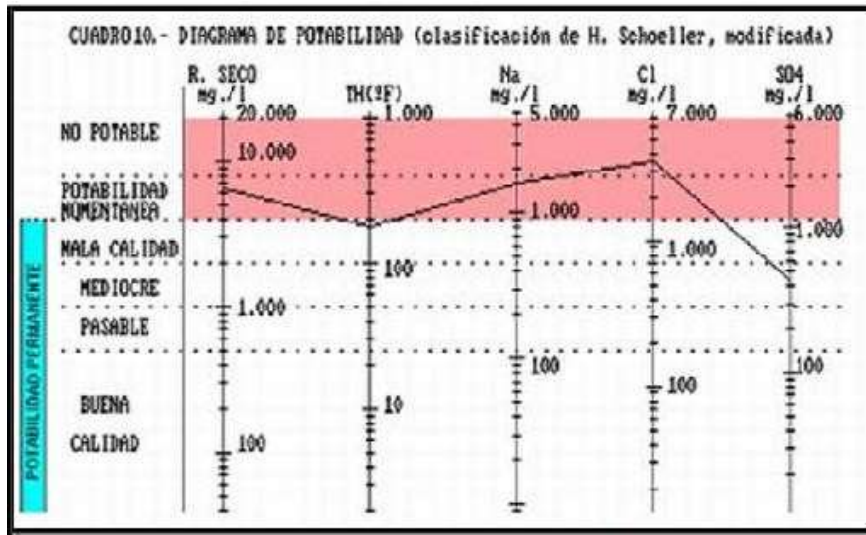


Imagen Nº 74. Diagrama de potabilidad

Fuente: elaboración propia en base a recopilación de antecedentes Segemar (2008), Serman y Asoc. (2008) y UTN (2011 y 2015).

El diagrama de Schöller para el agua de los pozos que abastecen la localidad de Río Turbio y para el agua de distribución es la siguiente:

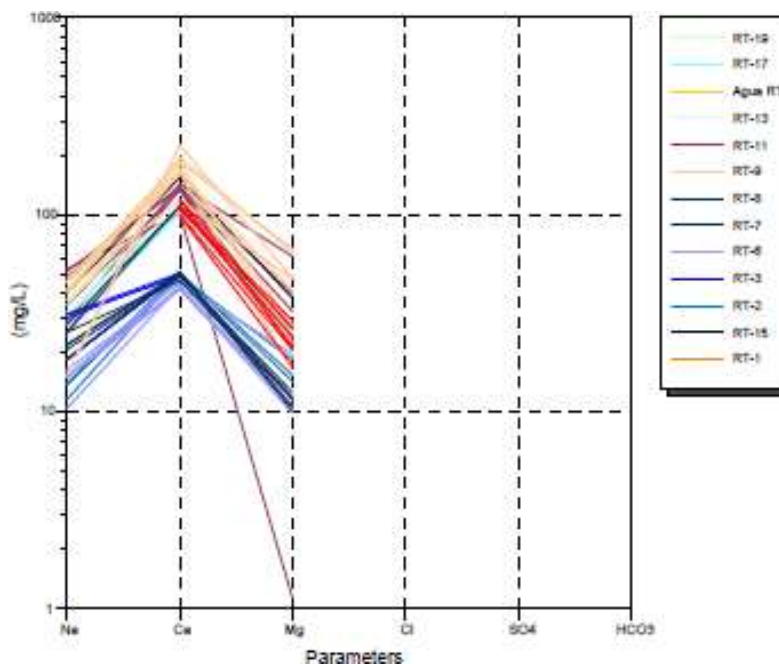


Imagen Nº 75. Diagrama de Schöller

Fuente: elaboración propia en base a recopilación de antecedentes Segemar (2008), Serman y Asoc. (2008) y UTN (2011 y 2015).

Se detallan a continuación los analitos cuyos límites máximos están discriminados en el Código Alimentario Argentino (CAA). En las aguas de los pozos que abastecen a la localidad de Río Turbio hay problemas con el Hierro total, el Manganeseo, el Amoníaco, la Dureza y en algunos casos con la Turbiedad con respecto a las cantidades máximas que establece dicha normativa, y en el caso del agua de distribución que llega a la localidad, algunos análisis están más allá del límite permitido para la Dureza y el Amoníaco, denotando alguna contaminación orgánica (véase cuadro 36).

Cuadro N° 36. Resultados de analitos (2010)

Station	Min	Max	Count	First sample	Last sample	CAA
StationID	Agua RT					
Number of p	6					
Cond	625	744	6	10/08/2009	28/01/2010	
Fe_tot	0.05	0.178	6	10/08/2009	28/01/2010	0.1
Meas_Hardn	316.6	408.4	6	10/08/2009	28/01/2010	400
NH4	0.317	0.396	6	10/08/2009	28/01/2010	0.2
NO2	0.005	0.005	6	10/08/2009	28/01/2010	0.1
NO3	4.5	4.5	6	10/08/2009	28/01/2010	45

Fuente: elaboración propia en base a recopilación de antecedentes Segemar (2008), Serman y Asoc. (2008) y UTN (2011 y 2015).

Podemos clasificar entonces a esta agua de acuerdo al diagrama de Piper adjunto (imagen 76) como *Bicarbonatada Sódica Ligeramente Dura*.

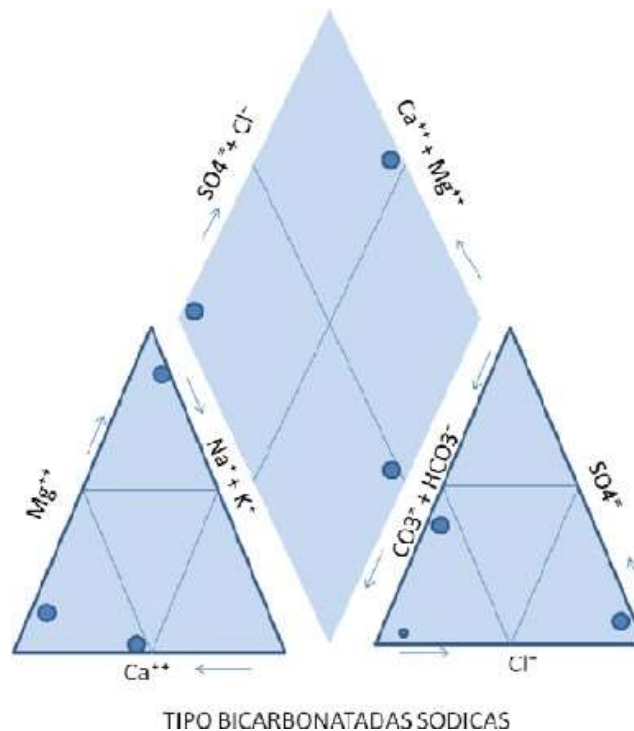


Imagen N° 76. Diagrama de Piper del agua de distribución

Fuente: elaboración propia en base a recopilación de antecedentes Segemar (2008), Serman y Asoc. (2008) y UTN (2011 y 2015).

Los datos analizados resultaban insuficientes para una caracterización exhaustiva de los potenciales elementos químicos que podrían estar presentes en el agua subterránea en los distintos puntos de la zona de estudio. Por ello, se relevaron las campañas de campo con análisis fisicoquímicos de analitos para establecer las características del acuífero. Limitándonos a los estudios cuyas metodologías de análisis se ajustan estrictamente a las Normas ambientales de la Agencia de Protección Ambiental de los EEUU – EPA; se dispone de información de las siguientes campañas de agua subterránea:

- Campaña año 2011 realizada por UTN para YCRT
- Campaña año 2014 de la Empresa Prestataria de Servicios Públicos
- Campaña año 2018 realizada por la firma Diprem para YCRT
- Campaña de verificación de antecedentes del año 2021 realizada para el presente estudio.

En el Capítulo 9 informe 3 y 4 se realiza una descripción detallada de las campañas realizadas, sintéticamente puede señalarse:

Campaña año 2011

Abarcó seis (6) muestras en pozos preexistentes, en las siguientes ubicaciones (UTN, 2011):

Cuadro N° 37. Puntos de muestreo

Número	Ubicación	Descripción
P1	51°32'23,71"S Y 72°18'26,75"O	POZO CARPINTERIA
P2	51°32'21,07"S Y 72°19'0,96"O	POZO LAGUNA CORRALÓN
P3	51°32'9,17"S Y 72°17'30,45"O	SPSE (LAGUNA FLAMENCOS) POZO 17 DEL SERVICIO.
P4	51°32'44,76"S Y 72°20'22,28"O	SPSE (AGUAS ABAJO PRIMAVERA CONFLUENCIA SAN JOSÉ)
P5	51°32'3,82"S Y 72°19'15,63"O	SPSE (ZONA CONFLUENCIA SANTA FLAVIA Y SAN JOSÉ)
P6	51°31'35,33"S Y 72°20'13,24"O	SPSE (AGUAS ARRIBA DIQUE SAN JOSÉ)

Fuente: elaboración propia en base a recopilación de antecedentes Segemar (2008), Serman y Asoc. (2008) y UTN (2011 y 2015).

Se determinó una serie de parámetros respetando el Anexo IV, Niveles Guías de Calidad de Agua, Tabla 1 “Fuentes de Agua para Bebida Humana” del Decreto N° 931/07, a excepción del Oxígeno Disuelto, Selenio, Berilio, Hierro y Uranio, elementos que no fueron analizados. Todos los parámetros analizados que figuran en el Decreto N° 931/07 se encuentran por debajo de los niveles guías que el mismo establece, a excepción del Aluminio, solamente en el P5, que presentó una concentración de 0,275 mg/l (nivel guía 0,2 mg/l). Los resultados de la caracterización fueron los siguientes:

Cuadro N° 38. Resultados caracterización

Parámetros	P1	P2	P3	P4	P5	P6	Unidad	Límite cuantificación	Método
pH	7,0	7,2	7,8	7,5	7,8	7,2	U depH	0,1	SM M 4500 H + B – Potenciométrico
Fluoruros	0,29	0,23	0,19	0,23	0,09	0,17	mg/l	0,03	SM M 4500 F -D- Espectrofotométrico
Nitratos	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	mg/l	0,5	SM M 4500 NO3 / E Espectrofotomet ría Uv Vis
Nitritos	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,025	0,069	mg/l	0,005	SM M 4500 –NO2 – B Espectrofotomet ría UV Vis
Dureza	486	409	324	251	185	174	Mg CaCO ₃ /l	de1	SM M 2340 C – TitulométricoEDTA
Sólidos Totales a 103 – 105 °C	879	964	461	401	295	260	mg/l	1	SM M 2540 B – Gravimétrico
Cianuros totales	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	mg/l	0,05	SM M 4500 – CN – E- Espectrofotomet ría UV-Vis
Antimonio	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	mg/l	0,01	EPA SW 846 M 3010 A – M 7040 EAA
Arsénico	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	mg/l	0,003	EPA SW 846 M 7061 A EAA GH
Cadmio	< 0,000 6	< 0,000 6	< 0,000 6	< 0,000 6	< 0,000 6	< 0,000 6	mg/l	0,0006	EPA SW 846 M 3010 A – M 7130 EAA
Zinc	1,505	0,038	0,034	0,021	0,024	0,030	mg/l	0,007	EPA SW 846 M 3010 A – M 7950 EAA
Cobre	0,016	0,007	< 0,005	< 0,005	0,006	< 0,005	mg/l	0,005	EPA SW 846 M 3010 A – M 7210 EAA
CromoTotal	< 0,002	0,01	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	mg/l	0,002	EPA SW 846 M 3010 A – M 7190 EAA

Cromo hexavalente	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	mg/l	0,005	EPA SW 846 M 7196A Espectrofotométrico
Mercurio	< 0,0002	< 0,0002	< 0,0002	< 0,0002	< 0,0002	< 0,0002	mg/l	0,0002	EPA SW 846 M 7470 A EAA VAPOR FRIO
Níquel	0,006	0,011	< 0,006	< 0,006	< 0,006	< 0,006	mg/l	0,006	EPA SW 846 M 3010 A – M 7520 EAA
Plata	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	mg/l	0,01	EPA SW 846 M 3010 A – M 7760 EAA
Plomo	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	mg/l	0,002	EPA SW 846 M 3010 A – M 7420 EAA
Aluminio	< 0,025	< 0,025	< 0,025	< 0,025	0,275	< 0,025	mg/l	0,025	EPA SW 846 M 3010 A – M 7210 EAA
Bario	< 0,125	< 0,125	< 0,125	< 0,125	< 0,125	< 0,125	mg/l	0,125	EPA SW 846 M 3010 A – M 7080 A EAA
HierroTotal	0,362	9,192	0,073	0,089	0,056	0,192	mg/l	0,006	EPA SW 846 M 3010 A – M 7379 EAA
Antimonio	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	mg/l	0,01	EPA SW 846 M 3010 A – M 7040 EAA
Arsénico	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	mg/l	0,003	EPA SW 846 M 7061 A EAA GH
Cadmio	< 0,0006	< 0,0006	< 0,0006	< 0,0006	< 0,0006	< 0,0006	mg/l	0,0006	EPA SW 846 M 3010 A – M 7130 EAA
Zinc	1,505	0,038	0,034	0,021	0,024	0,030	mg/l	0,007	EPA SW 846 M 3010 A – M 7950 EAA
Cobre	0,016	0,007	< 0,005	< 0,005	0,006	< 0,005	mg/l	0,005	EPA SW 846 M 3010 A – M 7210 EAA
CromoTotal	< 0,002	0,01	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	mg/l	0,002	EPA SW 846 M 3010 A – M 7190 EAA
Cromo hexavalente	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	mg/l	0,005	EPA SW 846 M 7196A Espectrofotométrico

Mercurio	< 0,0002	< 0,0002	< 0,0002	< 0,0002	< 0,0002	< 0,0002	mg/l	0,0002	EPA SW 846 M 7470 A EAA VAPOR FRIO
Níquel	0,006	0,011	< 0,006	< 0,006	< 0,006	< 0,006	mg/l	0,006	EPA SW 846 M 3010 A – M 7520 EAA
Plata	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	mg/l	0,01	EPA SW 846 M 3010 A – M 7760 EAA
Plomo	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	mg/l	0,002	EPA SW 846 M 3010 A – M 7420 EAA
Aluminio	< 0,025	< 0,025	< 0,025	< 0,025	0,275	< 0,025	mg/l	0,025	EPA SW 846 M 3010 A – M 7210 EAA
Bario	< 0,125	< 0,125	< 0,125	< 0,125	< 0,125	< 0,125	mg/l	0,125	EPA SW 846 M 3010 A – M 7080 A EAA
HierroTotal	0,362	9,192	0,073	0,089	0,056	0,192	mg/l	0,006	EPA SW 846 M 3010 A – M 7379 EAA

Fuente: elaboración propia en base a recopilación de antecedentes Segemar (2008), Serman y Asoc. (2008) y UTN (2011 y 2015).

Interpretando los resultados se obtienen las siguientes conclusiones parciales:

- Todos los parámetros analizados que figuran en el Decreto Nº 931/07 se encuentran por debajo de los niveles guías que el mismo establece, a excepción del Aluminio, solamente en el P5, donde presenta una concentración de 0,275 mg/l (nivel guía 0,2 mg/l).
- A excepción del Cobre, Cromo total y Níquel, que en algunas muestras superan el límite de detección de los métodos analíticos empleados, y el Zinc, Hierro y Fluoruros, que los supera en las 6 muestras, los restantes parámetros se encuentran por debajo del mencionado límite.
- En el caso del Hierro, se tomó como referencia la tolerancia fijada por el Código Alimentario Argentino (CAA), de 0,30 mg/l, siendo este valor superado en el P1 (0,362 mg/l) y en el P2 (9,192 mg/l). En el caso específico del P2, el mismo se encuentra en una posición adyacente a un bajo que recibe las aguas que escurren de áreas destinadas al depósito de chatarra, lo cual podría explicar los tenores de este elemento en la captación.
- Otro elemento que se referenció al CAA fue la Dureza, el cual fija un nivel de tolerancia de 400 mg/l, que sólo se superó en el P1 y en el P2, con valores cercanos al límite, aunque en general los valores encontrados son elevados, caracterizando la presencia de aguas duras. Esto también explica los bajos contenidos de Fluoruros, los cuales bajan ante la presencia del Calcio.
- Los pozos P1 y P2, que presentan las mayores desviaciones a los niveles guías de algunos parámetros (Hierro y Dureza), y presencia de Níquel, Cobre, Cromo y Zinc, se encuentran emplazados sobre depósitos de estéril compactados sobre la Fm. Río Turbio, lo cual conjunta mente con problemas constructivos (falta de aislamiento en P1), e inmediatez de la laguna en el P2, explican este comportamiento.

Campaña año 2014

Abarcó seis (6) pozos de explotación del Yacimiento en el año 2014, cuyas coordenadas de muestreo se indican a continuación.

Cuadro N° 39. Ubicación de los sitios de muestreo de aguas subterráneas

Sitio	Ubicación
Punto 4	51° 32' 3,40" S - 72° 15' 59,70" O
Punto 5	51° 32' 3,82" S - 72° 19' 15,63" O
Punto 11	51° 32' 13,7" S - 72° 18' 1,4" O
Punto 13	51° 32' 17,5" S - 72° 18' 31,7" O
Punto 14	51° 31' 57,2" S - 72° 19' 18,5" O
Punto 15	51° 32' 8,9" S - 72° 18' 59,5" O

Fuente: Servicios Públicos SE (2014).

Los mismos arrojaron los siguientes resultados:

Cuadro N° 40. Resultados de los análisis físico – químicos en los puntos muestreados

Calidad del agua subterránea

Analito	Unidad	P 4	P 5	P 11	P 13	P 14	P 15	Límite según Decr. Prov. N°931/07
Dureza total	mg/l	< 1	175	409	< 1	122	193	NE
Fluoruro	mg/l	0,47	0,60	0,88	0,74	0,20	0,66	< = 1,5
Nitrato	mg/l	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	7,0	< 0,1	< = 10
Nitrito	mg/l	0,01	0,01	0,02	0,01	0,01	< 0,01	< = 1
pH	UpH	7,8	7,4	7,8	7,6	7,8	7,9	6,5 - 8,5
Aluminio	mg/l	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< = 0,2
Antimonio	mg/l	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< = 0,01
Sólidos totales	mg/l	270	940	680	380	180	280	NE

Arsénico	mg/l	< 0,004	< 0,004	< 0,004	< 0,004	< 0,004	< 0,004	< = 0,05
Bario	mg/l	< 0,4	< 0,4	< 0,4	< 0,4	< 0,4	< 0,4	< = 1
Cadmio	mg/l	< 0,0002	< 0,0002	< 0,0002	< 0,0002	< 0,0002	< 0,0002	< = 0,005
Cinc	mg/l	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< = 5
Cobre	mg/l	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< = 1
Hierro total	mg/l	0,05	16,34	0,13	0,09	< 0,04	< 0,04	NE
Mercurio	mg/l	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< = 0,001
Níquel	mg/l	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< = 0,025
Plata	mg/l	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< = 0,05
Plomo	mg/l	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< = 0,05
Cianuro total	mg/l	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< = 0,1
Cromo hexavalente	mg/l	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< = 0,05
Cromo total	mg/l	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< = 0,05

Observación: P: Pozo de explotación

Fuente: Servicios Públicos SE (2014).

De los 6 pozos de explotación las concentraciones de los analitos medidos se encuentran por debajo de los niveles guía establecidos en el Anexo IV, Tabla 1: “Fuentes de agua para bebida humana” del Decreto Provincial Nº 931/07 (Reglamentario de la Ley Nº 24.587 “De la Protección Ambiental de la Actividad Minera”).

Solamente los pozos 11 supera el límite permitido para dureza total (409 mg/l) y el 5 supera el límite permitido para Hierro total (16,34 mg/l).

Asimismo, se efectuaron mediciones en seis (6) frentímetros ubicados en las siguientes coordenadas:

Cuadro N° 41. Ubicación de los sitios de muestreo de aguas subterráneas

Punto	Ubicación
Freático 8	51° 32' 15,09" S - 72° 18' 31,85" O
Freático 11	51° 32' 3,71" S - 72° 16' 45,83" O
Freático 13	51° 32' 11,28" S - 72° 16' 6,34" O
Freático 16	51° 32' 17,49" S - 72° 16' 4,82" O
Freático 22	51° 32' 20,12" S - 72° 16' 18,63" O
Freático N/N	51° 32' 21,89" S - 72° 16' 10,47" O

Fuente: Servicios Públicos SE (2014).

Las mediciones arrojaron los siguientes resultados:

Cuadro N° 42. Resultados de los análisis físico – químicos en los puntos muestreado

								Dec. Prov. N° 931/07		Artículo 982 – Código Alimentario Argentino (Capítulo XII)
Analito	Unidad	F8	F11	F13	F16	F22	F N/N	Consumo humano	Consumo ganado	
pH	UpH	7,1	7,4	7,10	-	7,60	7,60	6,5 – 8,5	6,5 – 8,5	6,5 – 8,5
Conductividad eléctrica	μS/cm	1561	545	1328	-	720	891	NE	NE	NE
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/l	205	33	99	-	69	41	NE	NE	NE
Nitratos	mg/l	47,6	16,0	28,5	-	9,0	25,5	10	NE	45
Nitritos	mg/l	0,12	0,09	0,32	-	<0,05	0,06	1	NE	0,10
Hidrocarburos totales de petróleo	mg/l	2,2	2,2	<0,01	-	1,2	6,7	NE	NE	NE

SAAM (Sustancias Activas al Azul de Etileno)	mg/l	<0,1	<0,1	<0,1	-	<0,1	<0,1	NE	NE	NE
Cloruros	mg/l	249,9	20,4	252,5	-	18,3	601,8	NE	NE	NE
Sulfatos	mg/l	225	197	202	-	98	250	NE	NE	NE
Alcalinidad total (CaCO3)	mg/l	169	784	608	-	274	4028	NE	NE	NE
Amonio	mg/l	2,23	0,50	1,93	-	0,60	0,81	NE	NE	NE
Olor	.	S/OE	S/OE	S/OE	-	S/OE	S/OE	NE	NE	S/OE
Sólidos Totales Disueltos	mg/l	1052,0	3649,0	896,0	-	484,0	592,0	1000	1000	1500
Dureza total	mg/l	1840	1160	785	-	380	2890	NE	NE	400
Fluoruro total	mg/l	<0,5	1,0	<0,5	-	<0,5	<0,5	1,5	NE	Ver notas*
Color	Pt-Co	4	2	4	-	2	4	NE	NE	5
Magnesio	mg/l	316,38	199,46	134,98	-	65,34	496,93	NE	NE	NE
Calcio	mg/l	215,20	135,67	91,81	-	44,44	338,01	NE	NE	NE
Sodio	mg/l	66710	983,00	8350	-	14170	17650	NE	NE	NE
Potasio	mg/l	7980	22,87	258	-	558	1313	NE	NE	NE
Turbiedad	NTU	2	2	2	-	1	3	NE	NE	3
Benceno	mg/l	ND	ND	ND	-	ND	ND	NE	NE	NE
Tolueno	mg/l	ND	ND	ND	-	ND	ND	NE	NE	NE
Etilbenceno	mg/l	ND	ND	ND	-	ND	ND	NE	NE	NE
Xilenototal	mg/l	ND	ND	ND	-	ND	ND	NE	NE	NE

Hidrocarburos Aromáticos Polinucleares (PHA'S)	mg/l	ND	ND	ND	-	ND	ND	NE	NE	NE
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)	mg/l	78,8	11,8	36,2	-	25,1	13,9	NE	NE	NE
Sustancias Solubles de Éter Etílico (S.S.E.E.)	mg/l	5,4	2	5,2	-	5	4,6	NE	NE	NE
Arsénico	mg/l	ND	ND	ND	-	ND	ND	0,05	0,5	NE
Cadmio	mg/l	ND	ND	ND	-	ND	ND	0,005	0,02	NE
Cobalto	mg/l	ND	ND	ND	-	ND	ND	NE	1	NE
Cobre	mg/l	ND	ND	ND	-	ND	ND	1	1	NE
Cromototal	mg/l	ND	ND	ND	-	ND	ND	0,05	1	NE
Hierro	mg/l	ND	ND	ND	-	ND	451	NE	NE	0,3
Manganeso total	mg/l	ND	ND	ND	-	ND	ND	NE	NE	NE
Níquel total	mg/l	ND	ND	ND	-	ND	ND	0,025	1	NE
Zinc	mg/l	ND	ND	ND	-	ND	ND	NE	NE	NE
Mercuriototal	mg/l	ND	ND	ND	-	ND	ND	0,001	0,002	NE
Temperatura	°C	5,4	4,7	5,4	-	3,2	5,0	NE	NE	NE
Aluminio	mg/l	ND	ND	ND	-	ND	ND	0,2	5	NE
Plomo	mg/l	ND	ND	ND	-	ND	ND	0,05	0,1	0,05
Oxígeno Disuelto	mg/l	6,9	7,3	7,5	-	7,1	6,8	5	5	NE
PCB'S (Compuestos Bifenilos Policlorados)	ug/g	-	-	-	<0,005	-	<0,005	NE	NE	NE
Observaciones: ND: No Detectado - S/OE: Sin Olores Extraños										

Fuente: Servicios Públicos SE (2014).

Se observa que que las concentraciones de Nitratos así como la Dureza total del agua excede el límite permitido en todos los casos, a excepción del freatímetro 22. • No fue detectada la presencia de Arsénico, Cadmio, Cobalto, Cobre, Cromo total, Manganeso total, Níquel total, Zinc, Mercurio, Aluminio y Plomo por el lado de los metales ni Benceno, Tolueno, Etilbenceno, Xileno total e Hidrocarburos Aromáticos Polinucleares (PHA'S) ni las SAAM (Sustancias Activas al Azul de Etileno). El HTP está presente en todos los pozos excepto en el 13. El Fluoruro se encuentra dentro del límite permitido por el Código Alimentario Argentino mientras que el Oxígeno disuelto se encuentra en concentraciones aceptables. En síntesis, si bien las aguas freáticas presentan en la mayoría de los casos presencia de HTP, SSEEy Nitratos, no se detectó contaminación por metales pesados, ni SAAM, ni Hidrocarburos livianos.

Campaña año 2018

Se efectuaron mediciones en seis (6) freatímetros. En el cuadro 43 se presentan las coordenadas de cada punto de muestreo.

Cuadro N° 43. Ubicación de los sitios de muestreo de aguas subterráneas 2018

Punto	Ubicación
Freático 8	51° 32' 15,09" S - 72° 18' 31,85" O
Freático 11	51° 32' 3,71" S - 72° 16' 45,83" O
Freático 13	51° 32' 11,28" S - 72° 16' 6,34" O
Freático 16	51° 32' 17,49" S - 72° 16' 4,82" O
Freático 22	51° 32' 20,12" S - 72° 16' 18,63" O
Freático N/N	51° 32' 21,89" S - 72° 16' 10,47" O

Fuente: Diprem (2018).

Los resultados fueron los siguientes:

Cuadro N° 44. Resultados de los análisis físico – químicos en los puntos muestreados

								Dec. 931/07	Prov.	Nº Art. 982
								Consumo humano	Consumo ganado	Código Alimentario Argentino (Capítulo XII)
Analito	Unidad	F8	F11	F13	F16	F22	F N/N			
pH	UpH	7,1	7,4	7,10	-	7,60	7,60	6,5 – 8,5	6,5 – 8,5	6,5 – 8,5
Conductividad eléctrica	µS/cm	1561	545	1328	-	720	891	NE	NE	NE

Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/l	205	33	99	-	69	41	NE	NE	NE
Nitratos	mg/l	47,6	16,0	28,5	-	9,0	25,5	10	NE	45
Nitritos	mg/l	0,12	0,09	0,32	-	<0,05	0,06	1	NE	0,10
Hidrocarburos totales de petróleo	mg/l	2,2	2,2	<0,01	-	1,2	6,7	NE	NE	NE
SAAM (Sustancias Activas al Azul de Etileno)	mg/l	<0,1	<0,1	<0,1	-	<0,1	<0,1	NE	NE	NE
Cloruros	mg/l	249,9	20,4	252,5	-	18,3	601,8	NE	NE	NE
Sulfatos	mg/l	225	197	202	-	98	250	NE	NE	NE
Alcalinidad total (CaCO₃)	mg/l	169	784	608	-	274	4028	NE	NE	NE
Amonio	mg/l	2,23	0,50	1,93	-	0,60	0,81	NE	NE	NE
Olor	.	S/OE	S/OE	S/OE	-	S/OE	S/OE	NE	NE	S/OE
Sólidos Totales Disueltos	mg/l	1052,0	3649,0	896,0	-	484,0	592,0	1000	1000	1500
Dureza total	mg/l	1840	1160	785	-	380	2890	NE	NE	400
Fluorurototal	mg/l	<0,5	1,0	<0,5	-	<0,5	<0,5	1,5	NE	Ver notas*
Color	Pt-Co	4	2	4	-	2	4	NE	NE	5
Magnesio	mg/l	316,38	199,46	134,98	-	65,34	496,93	NE	NE	NE
Calcio	mg/l	215,20	135,67	91,81	-	44,44	338,01	NE	NE	NE
Sodio	mg/l	66710	983,00	83500	-	14170	17650	NE	NE	NE

Potasio	mg/l	7980	22,8 7	258	-	558	1313	NE	NE	NE
Turbiedad	NTU	2	2	2	-	1	3	NE	NE	3
Benceno	mg/l	ND	ND	ND	-	ND	ND	NE	NE	NE
Tolueno	mg/l	ND	ND	ND	-	ND	ND	NE	NE	NE
Etilbenceno	mg/l	ND	ND	ND	-	ND	ND	NE	NE	NE
Xilenototal	mg/l	ND	ND	ND	-	ND	ND	NE	NE	NE
Hidrocarburos Aromáticos Polinucleares (PHA'S)	mg/l	ND	ND	ND	-	ND	ND	NE	NE	NE
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)	mg/l	78,8	11,8	36,2	-	25,1	13,9	NE	NE	NE
Sustancias Solubles de Éter Etílico (S.S.E.E.)	mg/l	5,4	2	5,2	-	5	4,6	NE	NE	NE
Arsénico	mg/l	ND	ND	ND	-	ND	ND	0,05	0,5	NE
Cadmio	mg/l	ND	ND	ND	-	ND	ND	0,005	0,02	NE
Cobalto	mg/l	ND	ND	ND	-	ND	ND	NE	1	NE
Cobre	mg/l	ND	ND	ND	-	ND	ND	1	1	NE
Cromototal	mg/l	ND	ND	ND	-	ND	ND	0,05	1	NE
Hierro	mg/l	ND	ND	ND	-	ND	451	NE	NE	0,3
Manganeso total	mg/l	ND	ND	ND	-	ND	ND	NE	NE	NE
Níquel total	mg/l	ND	ND	ND	-	ND	ND	0,025	1	NE
Zinc	mg/l	ND	ND	ND	-	ND	ND	NE	NE	NE
Mercurio total	mg/l	ND	ND	ND	-	ND	ND	0,001	0,002	NE
Temperatura	°C	5,4	4,7	5,4	-	3,2	5,0	NE	NE	NE

Aluminio	mg/l	ND	ND	ND	-	ND	ND	0,2	5	NE
Plomo	mg/l	ND	ND	ND	-	ND	ND	0,05	0,1	0,05
Oxígeno Disuelto	mg/l	6,9	7,3	7,5	-	7,1	6,8	5	5	NE
PCB'S (Compuestos Bifenilos Policlorados)	ug/g	-	-	-	<0,0 05	-	<0,0 05			
Observaciones: ND: No Detectado - S/OE: Sin Olores Extraños										

Fuente: Diprem (2018).

Como síntesis de ésta campaña, las aguas freáticas presentan en la mayoría de los casos presencia de HTP, SSEEy Nitratos, si bien no se detectó contaminación por metales pesados, ni SAAM, ni Hidrocarburos livianos. Los valores de oxígeno disuelto, sólidos totales, turbiedad, fluoruro y dureza son aceptables en la mayoría de los pozos muestreados.

Campaña año 2021/22

Durante el año 2021/2022 y como relevamiento del predio de la Central y su entorno, se extrajeron muestras de los dos pozos en servicio en la CTRT, Pozo N° 3 y Pozo N° 6 y en los 2 piezómetros más cercanos, ubicados en Julia Doufour. Los puntos de muestreo pueden observarse en el Anexo 3, presente en la sección 1.1.7 Edafología (así como en mayor detalle en el Cap. 9, Sección 13 Anexo, Apéndice 6.16).

Los resultados de las muestras de agua subterránea de los pozos se presentan en los cuadros 45- 49.

Cuadro N° 45. Resultados muestras de agua subterránea - Campaña 2021

Punto	Pozo N° 3	Pozo N° 6
Aluminio (mg/l)	0,021	0,069
Antimonio (mg/l)	<0,001	<0,001
Arsénico (mg/l)	<0,01	<0,01
Bario (mg/l)	0,01	<0,001
Cadmio (mg/l)	<0,001	<0,001
Cianuro (mg/l)	<0,001	<0,001
Cinc (mg/l)	<1,67	0,37
Cobre (mg/l)	0,1	0,11
Cromo (mg/l)	0,043	0,029

Dureza (mg/l)	349	248
Fluoruro (mg/l)	0,87	0,31
Hidrocarburos Totales (mg/l)	0,008	<0,001
Hierro (mg/l)	2,32	0,01
Mercurio (µg/kg)	<0,1	<0,1
Níquel (mg/l)	<0,001	<0,001
Nitratos (mg/l)	2	2,2
Nitritos (mg/l)	0,007	0,01
pH	7,22	7,3

Fuente: elaboración propia en base a los resultados del laboratorio ACON.

Respecto de las muestras extraídas en los 2 piezómetros útiles, se obtuvieron los siguientes resultados:

Cuadro N° 46. Resultados muestras de piezómetros - Campaña 2021

Punto	Piez 1	Piez 2
Aluminio (mg/l)	0,022	0,028
Antimonio (mg/l)	<0,001	<0,001
Arsénico (mg/l)	<0,01	<0,01
Bario (mg/l)	<0,001	<0,001
Cadmio (mg/l)	<0,001	<0,001
Cianuro (mg/l)	<0,001	<0,001
Cinc (mg/l)	0,23	0,2
Cobre (mg/l)	0,08	0,07
Cromo (mg/l)	0,012	0,018
Dureza (mg/l)	200	226,8
Fluoruro (mg/l)	0,41	0,55
Hidrocarburos Totales (mg/l)	0,012	<0,028
Hierro (mg/l)	0,01	0,02
Mercurio (µg/kg)	<0,1	<0,1

Níquel (mg/l)	<0,001	<0,001
Nitratos (mg/l)	1,2	1,3
Nitritos (mg/l)	0,009	0,009
pH	7,25	7,33
Plata (mg/l)	<0,001	<0,001
Plomo (mg/l)	<0,001	<0,001
Sólidos Disueltos Totales (mg/l)	241,3	266,1

Fuente: elaboración propia en base a los resultados del laboratorio ACON.

Cuadro N° 47. Resultados muestras de piezómetros - Campaña 2021

Parametro	Unidad	F1	F2	F3	F8	F9	F10	F11	F12	F13	F15	F16	F17	F19	F20	F21
Alcalinidad	mg/L	150	210	51	631	851	734	799	425	159	234	337	187	187	257	192
Aluminio	mg/L	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Antimonio total	mg/L	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Arsénico total	mg/L	0,011	0,012	ND	0,032	0,035	0,029	0,02	0,012	ND	ND	0,012	ND	0,018	0,01	0,012
Boro total	mg/L	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0,3	ND	ND	ND
Cadmio total	mg/L	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Cianuro total	mg/L	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Cinc total	mg/L	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0,51	ND	ND
Cobre total	mg/L	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Conductividad	uS/cm	519	966	225	2251	4660	2120	1166	782	549	392	805	475	1616	806	807
Cromo total	mg/L	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Demanda Biológica de Oxígeno (DBO)	mg/L	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	147
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L	28	8	ND	ND	ND	49	ND	35	ND	ND	ND	ND	ND	ND	375
Dureza	mg/L	293	284	142	671	709	104	576	425	378	74	482	274	728	331	350
Manganeso total	mg/L	ND	0,53	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0,19	ND
Mercurio total	mg/L	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Níquel total	mg/L	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Nitrógeno total	mg/L	1	1	ND	< 1	< 1	< 1	< 1	1	2	< 1	< 1	< 1	1	2	2
Oxígeno disuelto	mg/L	4,6	4,6	4,5	4,7	4,7	5,5	5,8	5,5	5,7	6,5	1,5	5,6	4,7	4,6	4,7
pH	UpH	7,6	7	6,9	6,9	7,3	7,7	6,9	7,4	7,3	7	7,2	7,4	7,8	7,3	6,8
Plata total	mg/L	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Plomo total	mg/L	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Potencial redox	mV	515	531	530	509	480	533	515	490	540	501	510	490	506	520	560
Sólidos disueltos totales	mg/L	377	703	162	1630	3382	1546	846	568	398	284	575	340	1165	579	580
Tamaño de partícula	mm	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Turbiedad	UNT	< 1	< 1	1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	1	< 1	< 1	< 1	1
Uranio total	mg/L	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Vanadio total	mg/L	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND

Fuente: elaboración propia en base a los resultados del laboratorio HSE.

Cuadro N° 48. Resultados muestras de pozos - Campaña 2021

Parametro	Unidad	Pozo N°1	Pozo N° 3	Pozo N° 4	Pozo N° 5	Pozo N° 6	Pozo N° 7
Alcalinidad	mg/L	243	252	276	248	243	369
Aluminio	mg/L	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Antimonio total	mg/L	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Arsénico total	mg/L	ND	ND	ND	0,015	0,011	0,023
Boro total	mg/L	ND	ND	ND	0,2	ND	ND
Cadmio total	mg/L	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Cianuro total	mg/L	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Cinc total	mg/L	2,03	3,63	1,65	3,32	12	1,03
Cobre total	mg/L	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Conductividad	uS/cm	411	545	378	798	657	1172
Cromo total	mg/L	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Demanda Biológica de Oxígeno (DBO)	mg/L	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L	ND	ND	ND	45	ND	ND
Dureza	mg/L	217	321	198	491	293	595
Manganeso total	mg/L	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Mercurio total	mg/L	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Níquel total	mg/L	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Nitrógeno total	mg/L	< 1	< 1	1	< 1	< 1	< 1
Oxígeno disuelto	mg/L	4,6	5,6	4,7	5,6	5,5	4,5
pH	UpH	7,5	7,3	7,6	7,2	7,1	7,9
Plata total	mg/L	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Plomo total	mg/L	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Potencial redox	mV	560	510	580	530	498	510
Sólidos disueltos totales	mg/L	298	394	276	572	476	844
Tamaño de partícula	mm	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Turbiedad	UNT	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
Uranio total	mg/L	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Vanadio total	mg/L	ND	ND	ND	ND	ND	ND

Fuente: elaboración propia en base a los resultados del laboratorio HSE.

Cuadro N° 49. Resultados muestras de piezómetros – Campaña 2022

Parametro	Unidad	F1	F2	F3	F6	F8	F9	F11	F12	F13	F14	F15	F16	F17	F19
Alcalinidad	mg/L	133	253	258	34	543	608	553	412	217	382	160	310	146	232
Aluminio	mg/L	ND	0,21	0,36	ND	1,25	3,87	1,08	ND	ND	0,41	ND	ND	ND	ND
Antimonio total	mg/L	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Arsénico total	mg/L	ND	0,01	0,02	ND	0,04	0,04	0,02	0,01	0,01	0,01	ND	0,01	ND	ND
Boro total	mg/L	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Cadmio total	mg/L	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Cianuro total	mg/L	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND

Cinc total	mg/L	ND	ND	ND	ND	0,08	0,09	< 0,05	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Cobre total	mg/L	ND	ND	ND	ND	0,05	0,07	< 0,05	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Conductividad	uS/cm	574	985	989	212	1490	4748	1294	672	612	839	341	701	375	477
Cromo total	mg/L	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Demanda Biológica de Oxígeno (DBO)	mg/L	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Dureza	mg/L	494	428	418	399	627	1141	1027	589	475	456	247	646	323	399
Manganeso total	mg/L	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Mercurio total	mg/L	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Níquel total	mg/L	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Nitrógeno total	mg/L	< 1	< 1	< 1	< 1	14	15	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
Oxígeno disuelto	mg/L	4,9	5,4	5,7	6,4	5,9	5,6	4,7	4,4	5,9	5,2	5,7	6,3	6,2	5,9
pH	UpH	7,1	7,1	6,8	6,5	6,9	6,9	6,5	6,6	6,6	6,6	7,3	7,3	7	7,1
Plata total	mg/L	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Plomo total	mg/L	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Potencial redox	mV	611	590	620	585	632	624	609	575	608	618	580	596	610	620
Sólidos disueltos totales (SDT)	mg/L	412	717	712	153	1084	3401	927	482	437	605	246	502	272	342
Tamaño de partícula	mm	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Turbiedad	UNT	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
Uranio total	mg/L	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Vanadio total	mg/L	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND

Fuente: elaboración propia en base a los resultados del laboratorio HSE.

Campaña año 2021/2022

Durante el año 2021/2022 se realizó por parte de UCRT una campaña que abarco varios pozos y piezómetros de la red de observación.

Conclusiones

En las aguas subterráneas no se identificó la presencia de ni de mercurio ni de arsénico, considerados Compuestos Críticos, así como tampoco aluminio, antimonio, bario, cadmio, cianuro, níquel, plata y plomo. Las aguas subterráneas registran presencia esperable de cobre, fluoruro, hierro, nitratos y nitritos, pero dentro de los parámetros correspondientes a las calidades para uso agrícola. Los resultados confirman la validez de la Línea de Base Ambiental y de los estudios hidrogeológicos, en cuanto al tipo y calidad de aguas subterráneas, y su uso potencial como agua a ser potabilizada en planta para consumo humano, para su uso en el ciclo agua-vapor previo desmineralizado y como agua para ajuste de humedad tanto en combustible como aditivos así como en Restos de Combustión.

Una ampliación de la red de monitoreo del recurso hídrico subterráneo y una frecuencia de muestreo cuatrimestral en principio, que mida algunos indicadores predeterminados sobre la base de los antecedentes existentes, que puedan compararse con idénticas determinaciones en la red monitorea de agua superficial, dará al cabo de algunas campañas una idea acabada de la composición y del comportamiento espacial y temporal de los contaminantes, su vinculación con el recurso hídrico superficial y la influencia de la actividad minera en su calidad.

En el mapa Hidrogeoquímico se puede apreciar que el agua de la zona donde se encuentra asentado el emprendimiento minero de YCRT es de buena calidad con potabilidad tolerable pero con altos contenidos en hierro y manganeso que producen incrustaciones en las cañerías de conducción y de distribución de la Empresa Servicios Públicos S.E. y de los usuarios en general, siendo el agua de la zona de las localidades de 28 de Noviembre y Rospenteck situadas aguas debajo de las labores mineras de muy buena calidad y de potabilidad aconsejable. No obstante, hay que considerar que el trabajo realizado por el CFI, es de carácter regional y considera para analizar potabilidad parámetros restringidos, como ser nitratos, nitritos, arsénico y flúor, no considerando otros, que pueden tener incidencias por ser parte del back ground regional y de la actividad antrópica, especialmente la minera.

1.3.10. Hidrogeología: conclusiones

Una simplificación del esquema hidrogeológico permite identificar un acuífero multiunitario (compuesto por dos subunidades absolutamente interrelacionadas, y sólo localmente se puede verificar diferenciación hidráulica e hidroquímica entre ambas), coincidente con los sedimentos aluviales de los principales cursos de agua superficial (Arroyo San José, Arroyo Primavera y Río Turbio), el cual es el proveedor de agua para consumo humano de todas las localidades del área de estudio (Río Turbio, Julia Dufour y 28 de Noviembre), en menor medida se utiliza para otros usos.

Los estudios geofísicos realizados por el INA establecieron profundidades máximas, las cuales no superan los 50 m.

Los sedimentos aluviales están constituidos principalmente por arenas y gravas de diverso tamaño, de alta permeabilidad, con heterogeneidad horizontal y vertical marcada, propia del ambiente en que se gestó, aunque también están presentes las fracciones arcillosas, con distribución también heterogénea, en forma de intercalaciones en los niveles superiores, y más homogéneas y compactas en la base. Las captaciones existentes en su gran mayoría alcanzan los 30 m de profundidad, y excepcionalmente los 40 m. Los caudales de extracción de los pozos fluctúan entre 8 a 45 m³/h, dependiendo del perfil interesado y del diseño de la captación.

El comportamiento del agua subterránea, respecto del agua superficial, es variable según el período estacional y el sector de la cuenca de que se trate. Si bien será necesario realizar observaciones más sistemáticas y temporales, a los fines de establecer tal condición, puede a priori interpretarse como predominante la condición de efluente de los cursos de agua superficial, a excepción de sectores que debido a la explotación del recurso subterráneo invierten esa condición.

Está plenamente demostrada la vulnerabilidad del acuífero y la interconexión entre la subunidades descriptas, en virtud de la detección del ión amonio en los distintos muestreos realizados por SPSE, e información de estudios anteriores. Este proceso de afectación proviene, sin dudas, de los efluentes cloacales sin tratamiento de la localidad de Río Turbio, lo cual puede ser extensivo a las localidades de Julia Dufour y 28 de Noviembre. El ión amonio (NH₄) en todos los casos excede el máximo permitido por el Código Alimentario Argentino (CAA) para agua potable, indicando afectación por fuentes orgánicas.

Las características más extendidas en cuanto a su composición química, son la concentración de CO₃Ca (expresado como Dureza), el Fe y el Mn. Estos tres elementos son parte del background regional, y si bien puede esperarse concentraciones elevadas especialmente de Fe y Mn por las actividades extractivas en algunos emplazamientos, la información existente, por escasa y de deficiente distribución areal y estratégica, no es contundente en ese sentido. Estos elementos producen incrustaciones en las cañerías de distribución (óxidos de Hierro y Manganeso), efecto corroborado por personal de SPSE.

Respecto de otros elementos analizados, no es mucho lo que se puede agregar, dado que la mayoría no se presenta (debajo del límite de detección del método analítico), y otros como Zinc, Cobre y Aluminio, que también forman parte del background regional, en general no se encuentran en todas las muestras, y casi en su totalidad se encuentran por debajo de los niveles guías del Decreto N° 931/07.

1.3.11. Explotación

Condiciones de Explotación

Para las condiciones y el régimen de explotación del recurso hídrico, se realiza una síntesis del informe presentado ante las autoridades provinciales, para la obtención de las autorizaciones de explotación y vuelco, que se tramitan por Expediente separado.

Los estudios hidrogeológicos específicos fueron realizados por Hidroar SA: Estudio Hidrogeológico y Análisis de Factibilidad para la Explotación del Recurso Hídrico para la Central Térmica de Río Turbio. Los resultados se observan en el cuadro 50.

Cuadro Nº 50. Resultados estudios hidrogeológicos

temperatura (°C)													
	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic	año
1941/50	10,4	9,9	8,3	6,3	2,5	1,2	0,4	1,0	3,9	6,4	7,9	9,8	5,7
precipitación (mm)													
2011/2014	36	41	45	46	66	60	37	39	24	32	29	38	492

BALANCE HÍDRICO MODULAR													2011/2014
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Año
T	10,4	9,9	8,3	6,3	2,5	1,2	0,4	1,0	3,9	6,4	7,9	9,8	5,7
i	3,03	2,81	2,15	1,42	0,35	0,1	0,0	0,1	0,7	1,5	2,0	2,8	
ETPd s/a	2,2	2,1	1,8	1,5	0,7	0,4	0,2	0,4	1,0	1,5	1,8	2,1	
ETP	89,9	70,7	59,5	39,6	16,7	8,2	3,9	9,4	30,3	53,5	64,8	88,3	534,8
P	35,8	41,1	45,4	45,6	65,5	59,9	37,1	38,8	23,6	31,7	29,2	38,2	492
P-ETP	-54,1	-29,6	-14,0	6,1	48,8	51,7	33,2	29,5	-6,8	-21,8	-35,7	-50,1	-43
PPa	-266,4	-296,0	-310	-304				(-98)	-104,8	-126,6	-162,3	-212,3	
Alm	2,0	1,0	1,0	1,0	49,8	101,5	134,8	36,0	34,0	21,0	10,0	4,0	
Valm	-2,0	-1,0	0,0	0,0	48,8	51,7	33,2	-98,8	-2,0	-13,0	-11,0	-6,0	
ETR	37,8	42,1	45,4	39,6	16,7	8,2	3,9	9,4	25,6	44,7	40,2	44,2	358
Def	52,1	28,6	14,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,8	8,8	24,7	44,1	177,0
Exc	0	0	0	6,07	48,8	51,7	33,2	29,5	0	0	0	0	169

T: Temperatura media mensual (°C)

i: Índice calorico

P: Precipitación Media Mensual (mm)

ETPd s/a: Evt. Potencial diaria sin ajustar

ETP: Evaporación potencial ajustada (mm)

Alm: Almacenaje (mm)

Valm.: Variación de Almacenaje (mm)

ETR: Evapotranspiración real (mm)

Def.: Déficit de agua (mm)

Exc.: Exceso de agua (mm)

Clasificación climática según Thornthwaite

Región Hídrica: **B1 (Húmedo)**

Región Térmica: **B2' (Mesotermal)**

Variación Estacional de la Eficiencia Hídrica: **r (nula o pequeña deficiencia de agua)**

Concentración Estival de la Eficiencia Térmica: **a'**

Fuente: Estudio Hidrogeológico Hidroar S.A.

Se destacan los siguientes puntos:

- El balance hídrico fue realizado sobre la base de una capacidad de retención del suelo de 75 mm.
- La evapotranspiración potencial calculada en base al método Thornwaite es de 535mm por año, siendo como es previsible más elevada en los meses de diciembre a febrero y mínima en los meses de Junio y Julio, con una extrapolación anual de 358 mm, correspondiente al 72% de las precipitaciones.
- El modelo hidrogeológico del acuífero explotable, fue realizado en base a estudios de campo mediante geoelectrica y perforaciones.
- Los sondeos geoelectricos verticales - SEV's fueron realizados por AMIEN en el año 2009, en 4 perfiles orientativos con dirección NE-SW hasta la profundidad de conductividad inferior a los 20 ohm/m (imagen 77).



Imagen Nº 77. Ubicación de los Sondeos Eléctricos Verticales

Fuente: Estudio Hidrogeológico Hidroar S.A.

- Los sondeos permitieron identificar tres estratos, las dos primeras correspondientes a los depósitos fluviales del valle del Río Turbio, y la tercera a la *Fm Río Guillermo* (imagen 77 y cuadro 51).

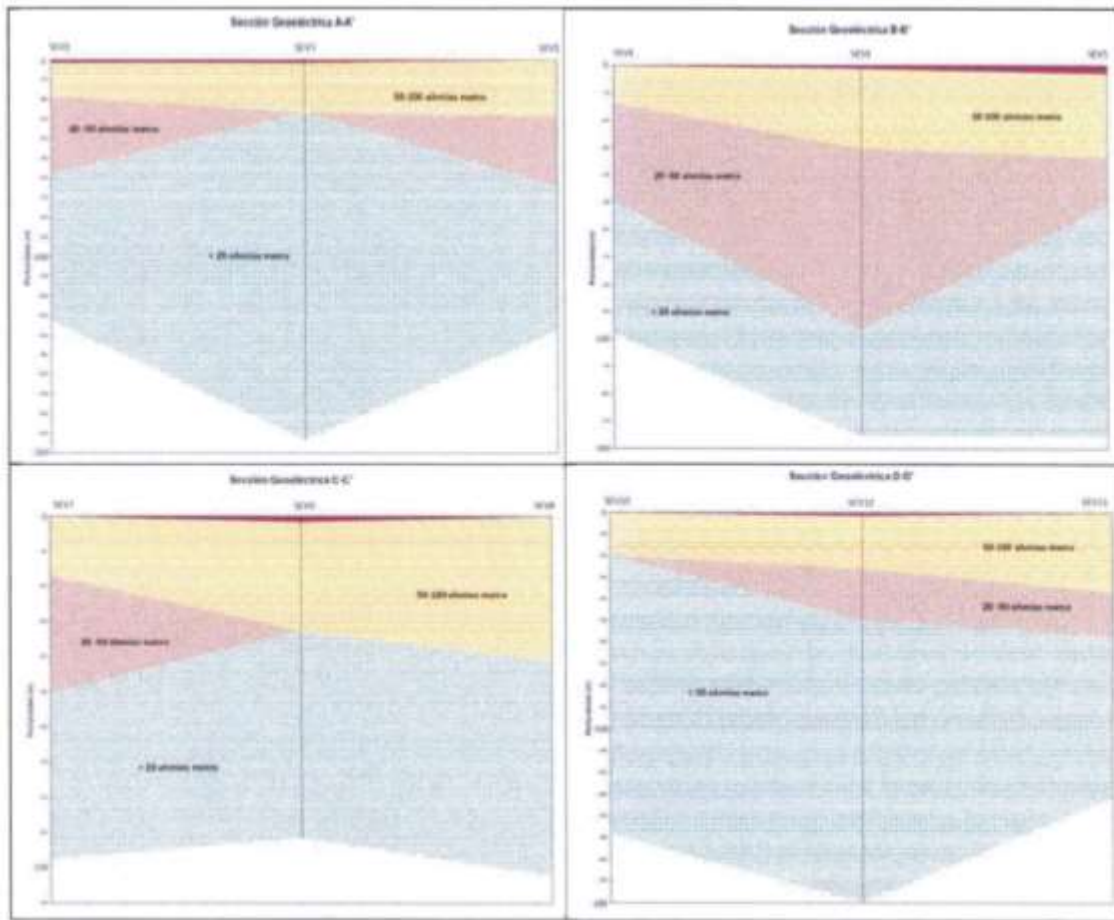


Imagen N° 78. Estratos identificados con los Sondeos Eléctricos Verticales

Fuente: Estudio Hidrogeológico Hidroar S.A.

Cuadro N° 51. Capas identificadas con los SEV's

	Capa Geoelectrica	Resistividad (Ohm.m)
Capa 1	Superior o Superficial	Mayor a 100
Capa 2	Sección Resistiva	100 a 50
Capa 3	Conductividad intermedia Conductividad inferior	50 a 20 Menor a 20

Fuente: Estudio Hidrogeológico Hidroar S.A.

- A partir de los 3 metros y hasta los 25 metros, el depósito fluvial está constituido por gravas gruesas a muy gruesas.
- A continuación se presentan limolitas verdes muy meteorizadas hasta los 28 metros.
- Para los estudios hidrogeológicos se realizaron 7 perforaciones, de las cuales 2 quedaron en funcionamiento, agregándose posteriormente 5 más hasta totalizar las 7 actuales, que fueron standarizadas a un único equipamiento hidromecánico.

En el Estudio y sus Anexos, se presentan los resultados de todos los ensayos y estudios, que en síntesis indican:

- Los niveles estáticos varían entre 3,45 m y 5,56 m de boca de pozo: bbm
- La transmisibilidad hidráulica varía en dirección al SW (imagen 79).



Imagen N° 79. Mapa de isotransmisividad hidráulica

Fuente: Estudio Hidrogeológico Hidroar S.A.

- Los caudales máximos de explotación varían entre un mínimo de 8 m³/h y un máximo de 35m³/h para cada ubicación recomendada de perforación, con una media de 20 a 22 m³/h (cuadro 52).

Cuadro N° 52. Caudales máximos de explotación

Pozo

	PB1	PZ2	PZ3	PZ4	PZ5	PZ6	PZ7
Q explot (m³/h)	8	14	14	25-30	20-25	30	35

Fuente: Estudio Hidrogeológico Hidroar S.A.

- Se contempla un régimen de explotación menos intenso, con un máximo de 15 m³/h,

- motivo por el cual se adoptaron bombas de menor potencia, estando esa reducción claramente del lado de la seguridad.
- Como esquema hidrogeológico, se identifica:
 - Un acuífero freático formado por depósitos fluviales y glacifluviales de granulometría gruesa y elevada permeabilidad, con un espesor de 15 a 40 metros.
 - Un sistema acuífero/acuitardo en rocas fisuradas, que comprende una secuencia de depósitos de limolitas verdes oscuras, de muy baja permeabilidad, asignadas a la *Fm Río Guillermo*, a una profundidad no mayor a los 100 metros.
 - El sistema acuícluido, corresponde a la formación *Río Guillermo*, con limolitas verdes compactas.
- El mapa equipotencial (imagen 80), refleja el escurrimiento principal de flujo subterráneo en sentido NNW-SSE, en coincidencia con el eje del valle, con un gradiente de 4×10^{-3} . Las líneas equipotenciales se presentan subparalelas entre sí acompañando el escurrimiento del río.

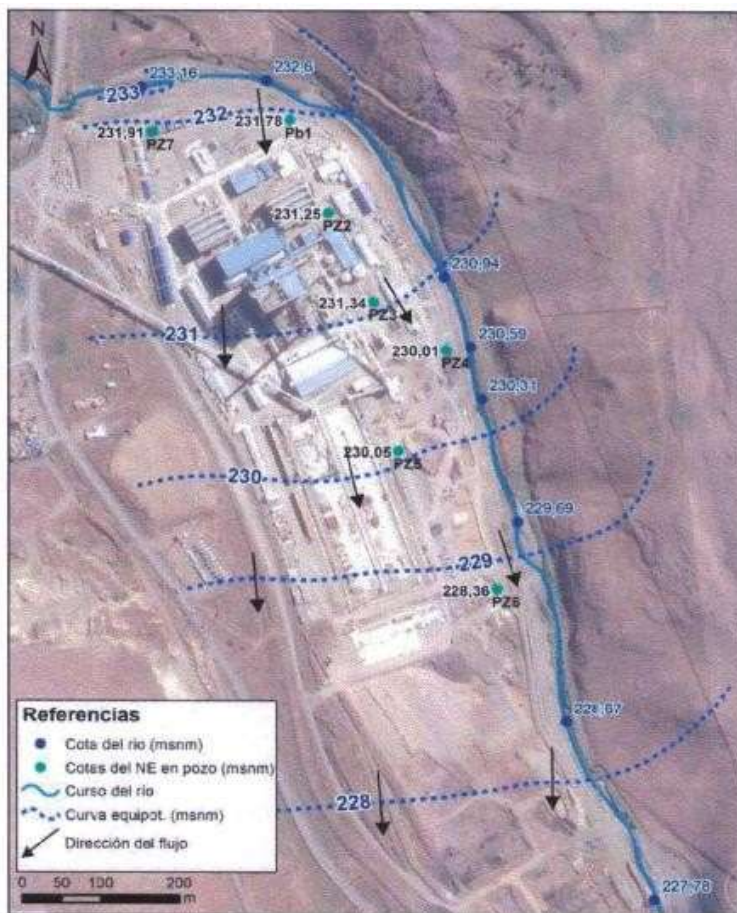


Imagen N° 80. Mapa equipotencial, agosto 2015

Fuente: Estudio Hidrogeológico Hidroar S.A.

- En cuanto a la calidad de las aguas los estudios indican:
 - A nivel bacteriológico se han identificado presencia leve de bacterias mesófilas, recomendándose su cloración en caso de destinarse a consumo humano.
 - A nivel físico-químico se han catalogado como neutras a alcalinas – PH entre 7,5 y

8,3 con sólidos disueltos totales muy variables entre 234 mg/l a 678 mg/l.

- En cuanto a los principales aniones y cationes y su representación en los Diagramas de Piper y Sheller se obtuvieron los siguientes resultados (cuadro 53 e imagen 81):

Cuadro N° 53. Concentraciones de aniones y cationes en las muestras de aguas

Aniones (mg/l)	PB1	PZ2	PZ3	PZ4	PZ5	PZ6	PZ7
Bicarbonato	205,00	248,00	220,00	154,00	157,00	128,00	162,00
Sulfato	29,60	122,00	192,00	37,00	250,00	4,60	520,00
Cloruro	15,40	14,60	16,30	21,00	22,00	7,00	36,00
Nitrato	< 5	< 5	< 5	0,01	0,01	0,30	0,20
Cationes (mg/l)	PB1	PZ2	PZ3	PZ4	PZ5	PZ6	PZ7
Sodio	39,40	34,70	31,10	35,20	38,40	35,20	57,60
Potasio	0,80	0,80	0,80	0,40	0,60	0,60	0,90
Calcio	44,50	92,60	110,00	31,00	40,00	34,00	120,00
Magnesio	7,50	14,90	19,40	44,00	47,00	21,00	43,00

Fuente: Estudio Hidrogeológico Hidroar S.A.

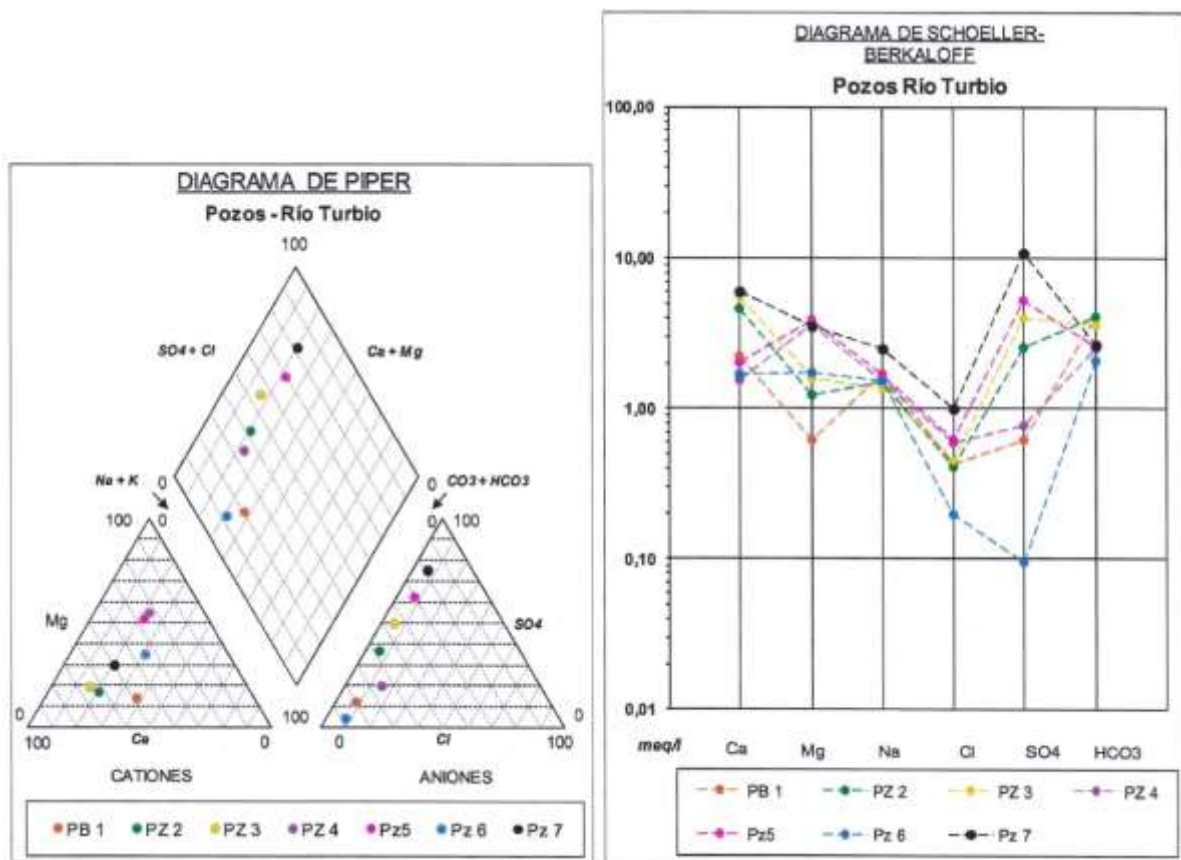


Imagen Nº 81. Diagramas hidroquímicos para todos los pozos

Fuente: Estudio Hidrogeológico Hidroar S.A.

Régimen de Explotación

El modelo de funcionamiento del acuífero en régimen de explotación, fue modelado mediante la fórmula de Thiem con las aproximaciones de Dupuit-Forcheimer. Se desarrollaron resultados para un régimen de explotación de 10.000 a 15.000 litros/hora con indicación de los radios de influencia para cada uno de los 7 pozos, según se indica en el siguiente cuadro y planos:

Cuadro N° 54. Conos de bombeo – depresiones teóricas.

Depresión (m)	Radio del cono, para $Q = 10 \text{ m}^3/\text{h}$						
	PB1	PZ2	PZ3	PZ4	PZ5	PZ6	PZ7
1	8,13	0,07	6,39	34,77	0,01	0,03	4,98
0,5	38,19	4,56	34,49	61,36	1,69	3,24	31,12
0,25	82,45	36,49	79,95	81,44	23,50	31,40	77,54
0,1	130,96	127,72	133,18	96,49	115,18	123,64	134,72
Depresión (m)	Radio del cono, para $Q = 15 \text{ m}^3/\text{h}$						
	PB1	PZ2	PZ3	PZ4	PZ5	PZ6	PZ7
1		1,14	19,60	50,80	0,29	0,70	16,88
0,5		18,25	60,41	74,13	9,76	14,68	57,28
0,25		73,00	106,26	89,50	56,81	67,05	105,51
0,1		168,09	148,71	100,25	162,60	166,71	152,23

Fuente: Estudio Hidrogeológico Hidroar S.A.

Imagen N° 82. Simulación de los efectos del bombeo – depresiones teóricas $Q = 10 \text{ m}^3/\text{h}$ y $Q = 15 \text{ m}^3/\text{h}$
Fuente: Estudio Hidrogeológico Hidroar S.A.

Conclusiones

El balance de aguas de la CTRT, expone dos situaciones de uso del recurso:

- Operación “normal”, donde el consumo de agua para el sistema de calderas se limita a las pérdidas, y hay un reúso de las aguas efluentes de la planta de tratamiento para el control de la humedad del carbón – cal – restos de combustión entre otros.
- Operación con Máximos Puntuales, donde el consumo de agua se ve puntualmente incrementado por la necesidad de poner nuevamente en marcha el sistema.

En el primer escenario se contempla un consumo de agua continuo de $45 \text{ m}^3/\text{h}$ mientras que para el segundo uno transitorio de $120 \text{ m}^3/\text{h}$. En el primer escenario funcionarán de manera continua 3 pozos con 4 en reserva mientras que en el segundo operarán los 7 a plena capacidad.

El estado del acuífero en régimen de explotación, en ambos casos se refleja en las siguientes imágenes 74, 75, 76 y 77.

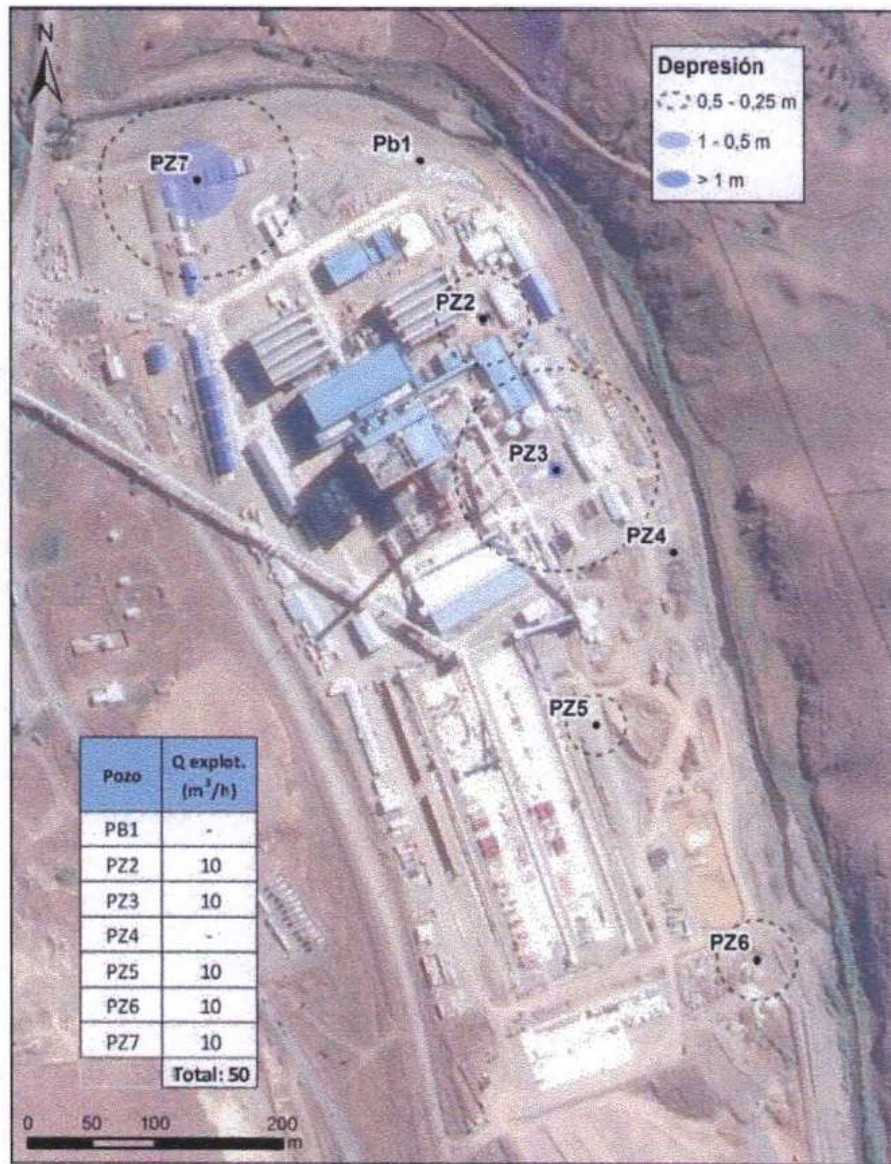


Imagen N° 83. Simulación de los efectos del bombeo. Situación Q recomendado = $50 \text{ m}^3/\text{h}$

Fuente: Estudio Hidrogeológico Hidroar S.A.



Imagen N° 84. Curvas equipotenciales bajo situación de bombeo normal: $Q = 50 \text{ m}^3/\text{h}$
Fuente: Estudio Hidrogeológico Hidroar S.A.

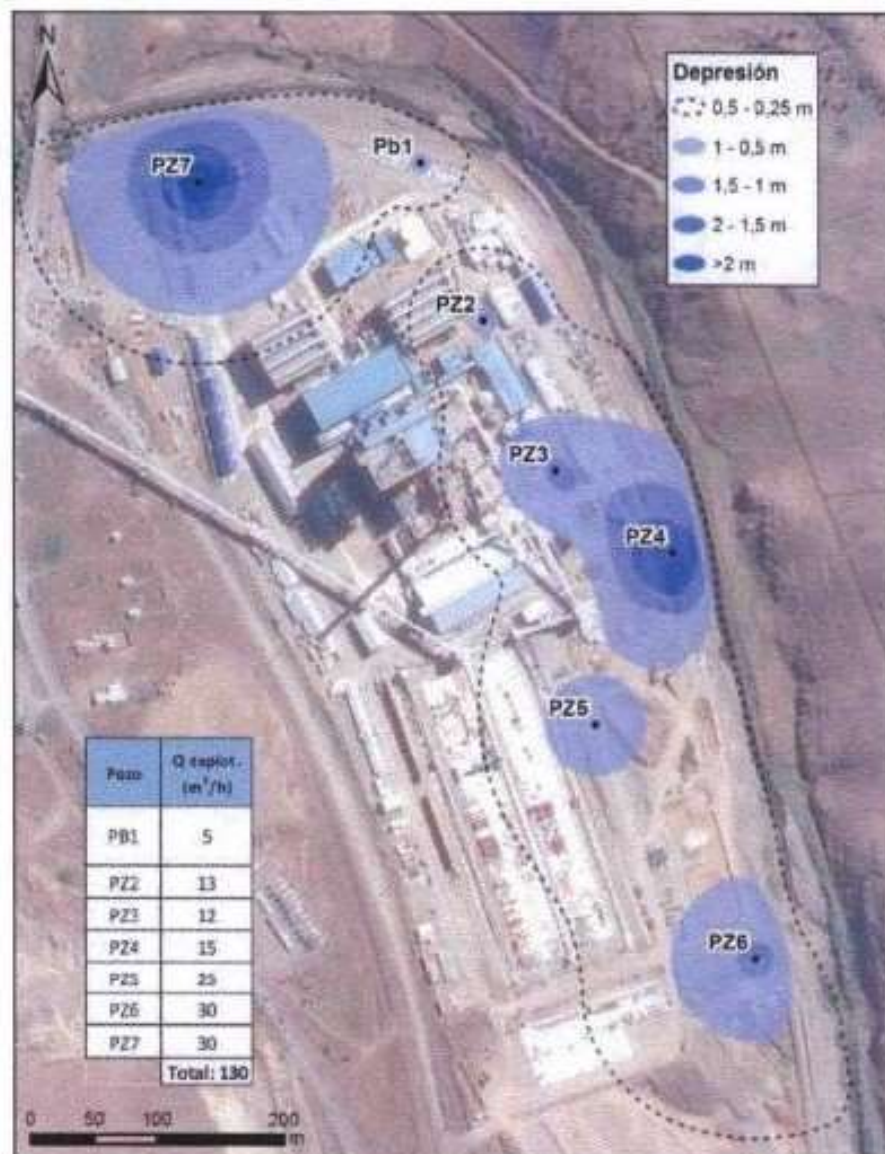


Imagen Nº 85. Simulación de los efectos del bombeo. Situación Q máximo = 130 m³/h
Fuente: Estudio Hidrogeológico Hidroar S.A.

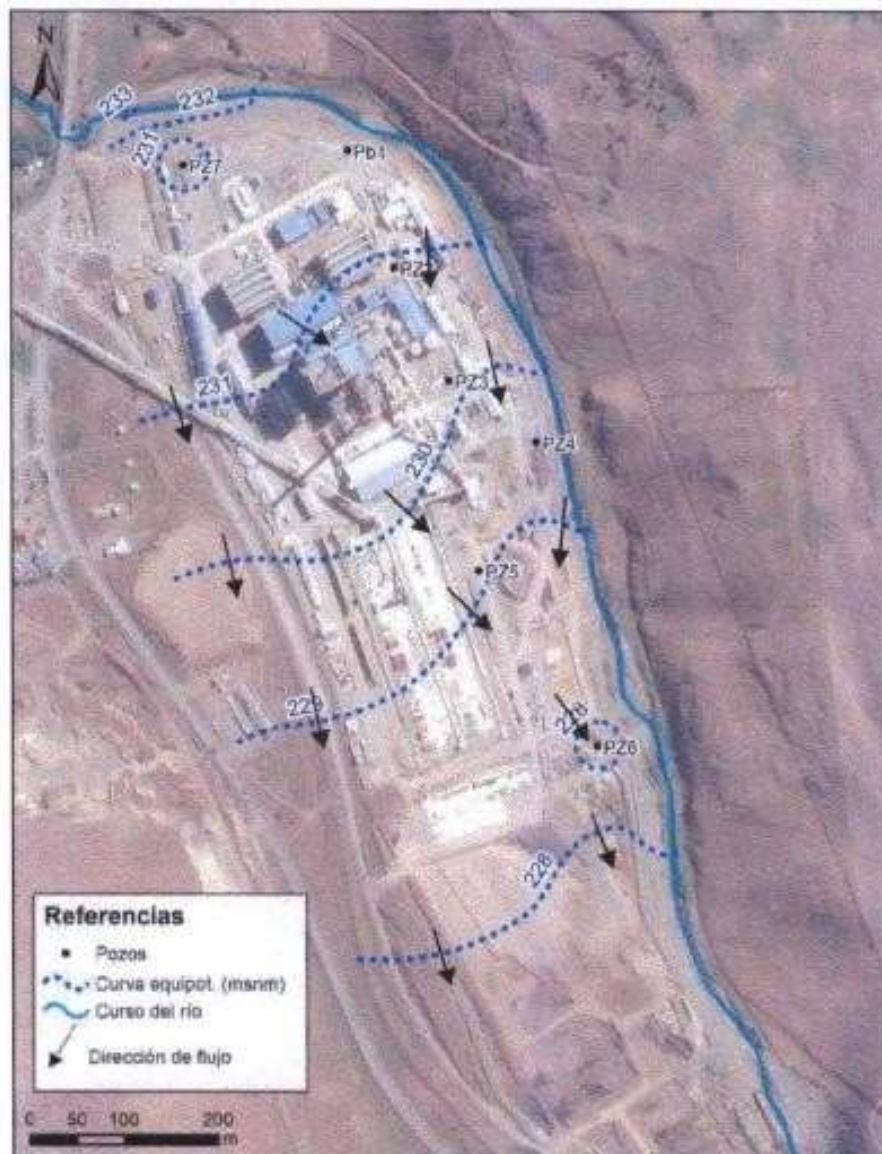


Imagen N° 86. Curvas equipotenciales bajo situación de bombeo máximo: $Q = 130 \text{ m}^3/\text{h}$
Fuente: Estudio Hidrogeológico Hidroar S.A.

El Plan de Gestión Ambiental – PGA contempla la instalación de piezómetros, y un programa de seguimiento permanente del acuífero en todos sus variables, tanto hidrogeológicas como hidroquímicas. Los resultados del Plan de Monitoreo confirmarán la validez de los estudios antecedentes y, para el caso poco probable, que surgieran discrepancias significativas comprobadas de manera fehaciente, se deberá reformular el sistema de explotación del mismo.

De todo lo expuesto y, en base a la información existente y generada, surge que no hay evidencia que la actividad extractiva aporte elementos contaminantes al agua subterránea, en forma directa o indirecta.

La observación periódica de indicadores predeterminados, facilitarán la obtención de información para el uso racional de los mencionados recursos.

2. Medio biótico

En la actualización de la Línea de Base Ambiental, se trabajó sobre la base del estudio Adenda del Estudio de Impacto Ambiental de la Etapa de Operación Central Térmica Río Turbio de YCRT, realizado en el 2015 por la Universidad Tecnológica Nacional (UTN) Regional Santa Cruz, Capítulo Nº 5 “Línea de Base Ambiental”. Se buscaron determinar los cambios y actualizaciones a partir de la ejecución y avances de las obras de la Central, así como sintetizar y consolidar los estudios previos.

2.1. Vegetación

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. 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 se ubica en un ecotono en el cual se produce la unión de la ecorregión Bosque Patagónico (equivalente a la Provincia Subantártica) y la ecorregión Estepa Patagónica (equivalente a la Provincia Patagónica). Pero también, está determinada por la vegetación ribereña y de los humedales que forma su cuenca. La geomorfología está marcada por los valles glaciarios y la erosión hídrica. No obstante, en cuanto a los procesos geomorfológicos actuales, los mencionados pierden importancia frente al marcado impacto de la erosión eólica en la zona. Un ejemplo local se presenta al analizar el incendio forestal ocurrido al noroeste de la Central hace 40 años, en el cual no quedan casi rastros de carbón, solo en restos de ñire o lenga en pie o ramas grandes caídas; el resto ha sido barrido por el viento, dificultando el restablecimiento del bosque. Otro ejemplo es la formación de plumas eólicas de dunas al este noreste de las lagunas ubicadas entre la Central y Río Gallegos, diparadas por la sequía del presente lustro y el efecto del viento. En adición, en la laguna Madre a 25 km al sur suroeste de la Central, se presentan plumas eólicas pasadas ya vegetadas. Por último, 10 km al este de la central, sobre la meseta La Torre, se observan cárcavas eólicas interesantes de una orientación oeste suroeste.

El bosque 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. A lo largo de toda su extensión está marcado por el bosque en altura y un piedemonte que interactúa con la estepa xerófita patagónica, donde el régimen pluvial cae significativamente.

El paisaje cordillerano, de relieve abrupto y escarpado, con picos nevados y valles glaciarios, alcanza alturas máximas que oscilan entre los 3.000 metros sobre el nivel del mar en la provincia de Neuquén. En Santa Cruz, disminuyen hasta los 1.500 aproximadamente. A la latitud de la Central, sin embargo, las mayores altitudes se encuentran en la Cordillera Sarmiento, a 80 km al oeste de la Central y en territorio Chileno. Dentro de ésta eco-región se diferencian tres subregiones: bosques septentrionales, bosques meridionales e insulares y estepa altoandina.

La formación vegetal dominante es el bosque templado húmedo, semidecídúo, 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.

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 en la zona de influencia de la Central son los bosques de lenga y bosques de ñire y una estepa de gramíneas cespitosas de coirón fueguino (*Festuca gracillima*); junto con arbustos como la mata negra fueguina (*Chiliodendron diffusum*) y rastreros como la murtilla (*Empetrum rubrum*) y mogote (*Bolax gummifera*) y (*Azorella monanta*). 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 glaciales y morenas. Los bajos, valles y cañadones más húmedos son ocupados por mallines o vegas.

Las fisonomías vegetales predominantes abarcan bosques, arbustales, estepas gramíneas y vegas, que pueden formar amplios mosaicos (imagen 87). La zona que abarca el presente trabajo, se encuentra fuertemente antropizada por actividad minera, ganadera y por urbanizaciones. La actividad forestal como proveedora de madera dejó de ejecutarse hace unos 20 años. Existen también antiguos incendios, el más notable por su superficie es el de la zona norte entre Río Turbio y la Central que abarcó unas 3.000 ha. En tal sentido, exhibe un deterioro de la cubierta vegetal.

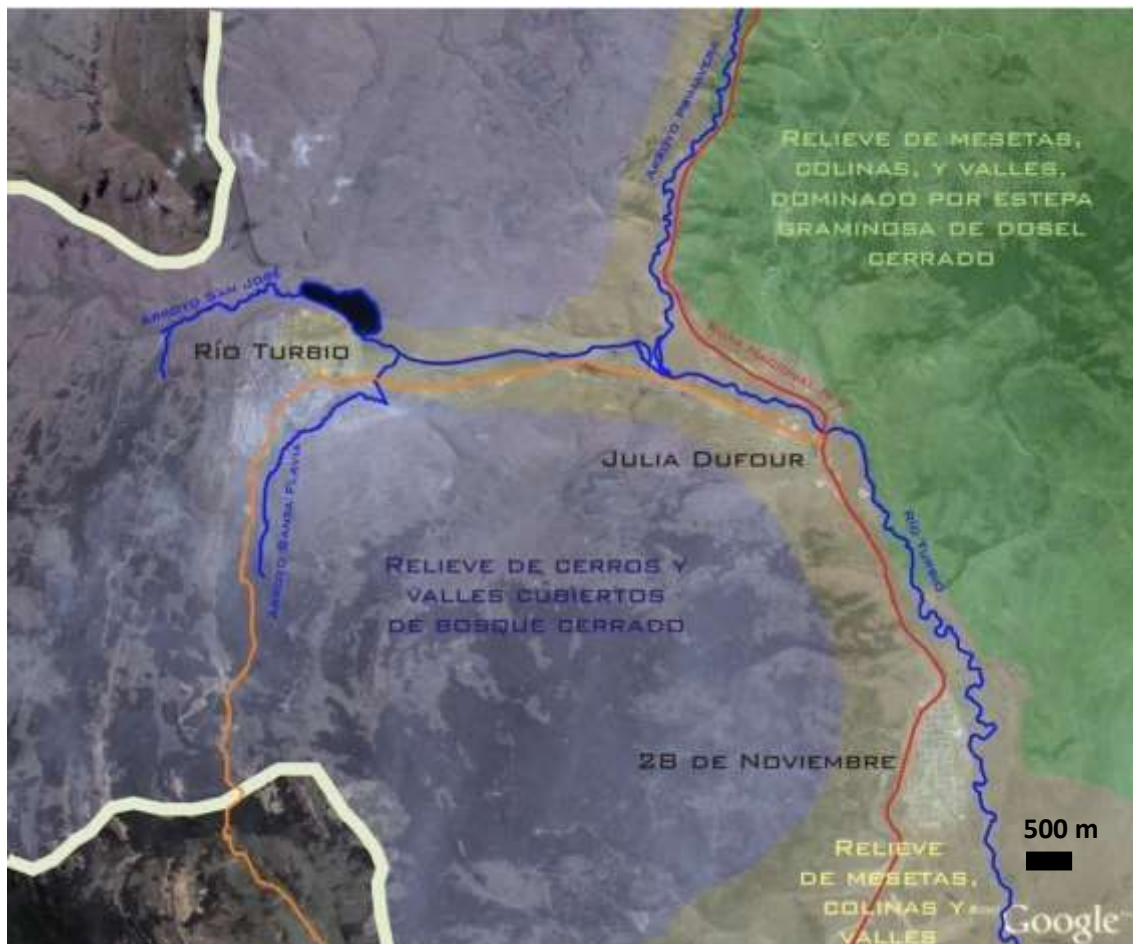


Imagen N° 87. Vista de la interacción entre el relieve, la geomorfología y los suelos con las comunidades vegetales, su abundancia y distribución

Fuente: elaboración propia en base a recopilación de antecedentes UTN (2011 y 2015).

2.1.1. Condiciones del medio físico que determinan la flora

La flora representa el elemento que caracteriza en parte al sustrato sobre el que subyace, influenciada a su vez por el clima que se presenta. Si la flora falta, el sustrato se seca y comienza a erosionarse, influenciando a su vez el clima en cierta medida. Por ello, cuando se prevé la inminente desaparición de una comunidad vegetal es importante ponderar el valor de las comunidades que van a ser afectadas, su diversidad, y tener registros que permitan conocer los elementos que prestan servicios al ecosistema y sistemas agrícolas bajo su influencia.

El área de estudio se encuentra dentro de la Ecorregión de Los Bosques Patagónicos y por su aspecto estructural, tiene la configuración de “*Bosque Magallánico*”, y en este caso los elementos característicos son los bosques de especies deciduas. Según la clasificación de la WWF, que ofrece más precisiones, llama a esta región *Magellanic subpolar forests* o NT0402 y se destaca por poseer sectores con tundra o mallines, y bosques de zonas muy frías.

Los bosques subpolares de *Nothofagus* cubren la parte occidental del extremo sur de América del Sur. La ecorregión es más fría y seca que en algunos sitios de los bosques templados de Valdivia, y en general es florísticamente más pobre. La flora está relacionada con la de las ecorregiones limítrofes, especialmente la de los bosques templados de Valdivia y la estepa patagónica. Sin embargo, sus paisajes variados y majestuosos incluyen los picos de alta montaña, vastos campos de hielo, innumerables fiordos y están habitadas por especies únicas y endémicas de plantas y animales.

Los suelos de la ecorregión son muy variados, sobre todo dependiendo del clima, pero generalmente son ácidos debido a la alta precipitación, el drenaje lento y la descomposición de materia orgánica acumulada en relación con las bajas temperaturas. Hacia el sur y el oeste, podzoles y los suelos pardos ácidos forestales que se desarrollan en lugares con mejor drenaje, y la turba se acumula en las zonas menos drenadas, con pantanos y vegetación de tundra (Correa 1969-1999; Moore, 1983a).

El bosque caducifolio está formado por *Nothofagus pumilio* en elevaciones mayores, en diferentes combinaciones con *Nothofagus antártica*, que pareciera ser fisiológicamente más plástico, prevaleciendo en situaciones más extremas: límite con estepa de altura y con ecotono y lagunas; es decir, donde existen situaciones de estrés hídrico, tanto sea por falta o exceso de humedad del suelo. En los bolsillos y páramos dominan los géneros *Empetrum* y *Bolax*. En lugares húmedos de estos bosques, especialmente en las comunidades de turbera, crecen *Sphagnum*, *Juncaceae*, *Cyperaceae* y *Poaceae* (Moore, 1983a; Gajardo 1994).

Un aspecto digno de observarse es la flora de la cuenca del río, que pertenece al sistema de Turbales “El Turbio- Punta Alta”. La zona se caracteriza por un relieve que responde al modelado fluvio-glacial o glacial de edad cuaternaria, y se presenta con lomadas suaves y llanuras levemente onduladas con depósitos de sedimentos glaciales (till), gravas, arenas, etc.

En el sector este la erosión fluvio-glacial y fluvial postglacial originó una extensa red de cauces en una amplia llanura de inundación, donde el río Turbio corta los arcos morénicos. Numerosos humedales o mallines ocupan las partes bajas de esta llanura, mientras que en las colinas bajas (150 msnm) aparecen depresiones suaves rellenas con turba (Anchorena 1985).

Los objetivos de los estudios de flora y vegetación son: analizar factores de riesgo, presencia de especies en peligro, asociaciones vegetales particulares, valor de la biodiversidad, servicios de este ecosistema, vinculación con áreas protegidas y otros factores que se detectaren durante el estudio de las características de la comunidad vegetal que tuvieran relación con la CTRT.

2.1.2. Estudios de flora y comunidades vegetales

A continuación se sintetizan los aspectos esenciales de los estudios realizados para el EslA de la UTN del año 2015. Las especies de plantas fueron determinadas con bibliografía especializada: Beider (2009), Cassola (1988), Domínguez *et al.* (2004, 2006), Vidal Ojeda (2005, 2008) y Dimitri (1977). Los nombres científicos fueron adaptados a la sistemática utilizada por Zuloaga *et al.* (1994), y Zuloaga y Morrone (1996, 1999). En el relevamiento de campo se colectó material en buen estado (Flores y Tun Garrido 1997).

Las especies que no pudieron ser determinadas debido al estado fenológico no fueron incluidas en la lista. Para clasificar las especies se utilizó la sistemática del Sistema de Información de la Biodiversidad¹, de esta manera las especies están clasificadas en concordancia con el sistema taxonómico oficial de la República Argentina. Se utilizaron los siguientes criterios:

- Para determinar la organización vertical se siguieron los criterios de Cain *et al.* (1959).
- Para realizar los estudios cuantitativos se hizo un muestreo estratificado, debido a lo bien delimitado de cada ambiente; se realizaron 5 transectas de 20m de largo por 2m de ancho en cada sector y se registraron las especies presentes y la abundancia de cada una en el área muestreada.
- Se escogió el método de transectas debido a que en algunos sitios el desplazamiento es sumamente dificultoso, ya sea por la pendiente o por la existencia de bordes impenetrables.
- Además se hicieron recorridos a pie, registrando todas las especies que se presentaron en cada sitio (esto sirvió para el cálculo de los índices cualitativos y de la riqueza específica de las diferentes asociaciones florísticas encontradas).
- La cobertura fue calculada con un cordón graduado en el campo. Además se tomaron fotografías para calcular cobertura usando el sistema CobCal v.1.1 (Ferrari *et al.*, 2007).
- Para calcular el índice de diversidad de Shannon-Wiener (1963), y Simpson –inverso- (1-D) se utilizó el sistema Divers (Pérez-López *et al.*, 1993a).

Para calcular la diversidad Beta se otorgó a cada especie el grado de fidelidad según Alcázar (1996), de acuerdo con el cuadro 55.

¹ Véase Administración de Parques Nacionales, <http://www.sib.gov.ar/>.

Cuadro N° 55 Distintos tipos de valores en función de la presencia o rareza de las especies en el área de estudio

Valor	Carácter
5	Especie exclusiva (característica), confinada a una sola comunidad vegetal o grupo de comunidades
4	Especie selectiva, con clara preferencia por una determinada comunidad vegetal
3	Especie preferente, que aunque se presenta en varias comunidades, es más abundante o presenta mayor vitalidad en el que es objeto de estudio
2	Especie compañera, indiferente, sin una preferencia marcada por ninguna comunidad vegetal
1	Especie accidental, que tiene claramente su óptimo en otra comunidad
0	Especie no observada y no esperada en la comunidad

Fuente: elaboración propia en base a recopilación de antecedentes UTN (2011 y 2015).

Con estos valores se reemplazaron los bits de cada especie por sitio (frecuencia absoluta) y se procedió a calcular los índices de similitud de Jaccard (cualitativo) y Morisita (cuantitativo). El índice de Jaccard (1928) y Morisita (1959, 1962) fueron calculados usando el programa Simil (Pérez- López *et al.*, 1993b). En base a los índices de similitud de Jaccard y Morisita se realizó un análisis de agrupamiento, utilizando el sistema PAST (Hammer *et al.*, 2001) Este software también se utilizó para confirmar los valores obtenidos con los otros programas. En los estudios posteriores a la realización a la obra no se verificaron alteraciones en los índices.

Caracterización de la flora

A lo largo de las campañas se han identificado 111 especies de plantas vasculares repartidas en 52 familias. Seis de las especies son de plantas que se reproducen por esporas, el resto, de planas con semillas. Las familias mejor representadas fueron las Asteraceae y las Poaceae, con 16 especies cada una. La sistemática se presenta a continuación (cuadro 56).

Cuadro N° 56. Especies de flora identificadas

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 antarctica</i>				
	<i>Berberis buxifolia</i>	Calafate	Berberidaceae	Arbusto	Nativa
	<i>Chilothrichum diffusum</i>	Mata negra fueguina	Compuesta	Arbusto	Nativa
Estepa arbustiva con lenga	<i>Empetrum rubrum</i>	Murtilla	Empetraceae	Arbusto	Nativa
	<i>Bolax gummiifera</i>	Mogote		Arbusto	Nativa
	<i>Berberis buxifolia</i>	Calafate	Berberidaceae	Arbusto	Nativa
Estepa	<i>Festuca gracillima</i>	Coirón fueguino	Poaceae	Herbácea	Nativa

herbácea	<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</i> sp.	Carex	Cyperaceae	Herbácea	Nativa
	<i>Chiliotrichum diffusum</i>	Mata negra fueguina	Compositae	Arbusto	Nativa
Estepa arbustiva	<i>Junielia 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 degato	Asteraceae	Arbusto	Nativa
	<i>Azorella fuegianum</i>		Apiaceae	Herbácea	Nativa
	<i>Nassauvia abbreviata</i>		Asteraceae	Arbusto	Nativa
	<i>Perezia recurvata</i>		Asteraceae	Herbácea	Nativa
	<i>Bolax gummifera</i>	Mogote		Arbusto	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</i> sp.		Cyperaceae	Herbácea	Nativa
	<i>Hordeum lechleri</i>	Cola de zorro	Poaceae	Herbácea	Nativa
	<i>Senecio smithii</i>	Hoja de paco	Asteraceae	Herbácea	Nativa

Fuente: elaboración propia en base a recopilación de antecedentes UTN (2011 y 2015).

Es sumamente llamativo el número de especies endémicas de los bosques patagónicos (72), lo cual representa un porcentaje del 65%, algo poco común pero que coincide con la bibliografía sobre la zona del 17% de las especies son adventicias o cosmopolitas, lo cual es una cifra normal para una zona con evidencias de impacto humano. En la imagen 88 se puede observar las comunidades vegetales linderas al proyecto.



Imagen Nº 88. Vista del río Turbio y sus comunidades vegetales linderas con el Proyecto
Fuente: elaboración propia en base a recopilación de antecedentes UTN (2011 y 2015).

A el listado del cuadro 56 se suma el páramo o pastizal de altura, que cuenta con entre 20 a 30 especies que están presentes allí y no en la estepa. Otro ambiente muy poco representado en la zona (por lo menos del lado argentino) es la turbera, con muy pocas especies presentes en su interior y algunas compartidas con ñire en su perímetro. Existen turberas en retroceso arriba de todo de la meseta La Torre, a las cuales se puede acceder únicamente en verano o primavera y presenta dificultades de acceso.

2.1.3. Estado de conservación de la vegetación

Del estado de conservación de las especies de plantas puede decirse que lo más preocupante es el desconocimiento de estas especies. Para el presente trabajo se consultaron tres fuentes: UICN (2014), CITES (2014) y PlanEAR (2010). En las listas rojas de UICN no se ha evaluado a ninguna de las especies de la lista identificada en el presente trabajo.

CITES menciona en el Apéndice II a las orquídeas en general, no mencionando ninguna de las especies aquí consideradas. Cabe mencionar que tanto en las listas de UICN como en los

apéndices de CITES el porcentaje de las especies que son consideradas es sumamente bajo y se observa un gran vacío de especies del Cono Sur. Es de destacar la iniciativa de PlanEAR, una base de datos exclusivamente de plantas de nuestro país, que de todos modos aún no ha evaluado la gran mayoría de las especies y a las que considera aún no les ha asignado una categoría.

2.1.4. Zonas de Vegetación

Se han delimitado seis zonas con una vegetación cuya identidad se halla definida por las distintas comunidades de las especies que las componen, las características del suelo, la dinámica de escurrimiento, la fuerte presión ganadera y las actividades humanas. Los datos preliminares de diversidad y los agrupamientos de acuerdo con diversidad Beta (Jaccard), permiten definir y clasificar estas zonas de vegetación de la siguiente manera:

- Bosques caducifolios
- Bosque de Lenga
- Bosque de Ñire
- Zonas afectadas por incendios
- Estepas herbáceas
- Estepas arbustivas
- Turbales

Bosques de Lenga

Los bosques de lenga son bosques de baja diversidad, de una etapa evolutiva madura y dominancia de la especie sobre los distintos estratos. Los bosques que se hallan en buen estado presentan un dosel cerrado, con una cobertura superior al 80%, mientras que aquellos que se ven sometidos a alta presión ganadera tienen un dosel más abierto, con cobertura inferior al 60%, alta mortandad de ejemplares añosos y baja velocidad de regeneración; esta situación probablemente está mediada por el control de los renovales por el ganado.

De los bosques de lenga recorridos solamente el llamado “Bosque de los duendes” no muestra señales de ganadería (imagen 89). En los demás existen varios signos de alta presión ganadera: presencia de animales, síndromes de crecimiento agrupado “multipalo” (los renovales crecen juntos, tan cerca que es imposible avanzar entre ellos; esto permitiría proteger los ejemplares centrales “efecto perimetral”), heces de bovinos y equinos, especies invasoras dispersadas por el ganado, etc. Tanto la fisonomía, como la estructura etaria y el pool de especies están definidos en gran parte por la presión ganadera.



Imagen N° 89. Bosque de los Duendes de Río Turbio

Fuente: elaboración propia.

En los bosques de la zona “Cuenca Río Turbio” no se observan bosques mixtos. En casos excepcionales se mezcla la lenga con el ñire, pero esto se observa en franjas de unos 10 metros aproximadamente, y en casos muy puntuales

Sí es interesante el hecho de que la lenga presenta diferentes subtipos de bosque en función de la morfología de sus componentes. Esto se observa en laderas cercanas a la Central con el siguiente esquema –desde abajo hacia arriba de una montaña–: Bosque de lenga abierto bajo (muchas veces lindante con ñire), lindante a valle; bosque de lenga arborescente (normalmente “bosque productivo” desde el punto de vista forestal; a su vez subclasificado en clases de sitio en función de la altura media máxima de los ejemplares dominantes); bosque de lenga en “L” en sectores en los que la pendiente supera los 30 grados (la lenga se deforma por el peso de la nieve); bosque de lenga achaparrado (lengas de unos 3 m de altura, deformadas por peso de nieve) y bosque de lenga Krumhotz, no siempre presente. Los dos últimos subtipos pueden lindar con ñire o con páramo de altura.

El estrato herbáceo está formado por diversas gramíneas y algunas dicotiledóneas. La filiación de estas especies es sumamente diversa y podría estar fuertemente determinada por la influencia del ganado. Un aspecto digno de destacarse es el borde del bosque (imagen 90), independientemente de qué unidad de comunidades vegetales esté en contacto con él. El borde de los bosques de *Nothofagus* está siempre formado por renovales de la especie dominante en el bosque. Las plantas en esta zona se agrupan en franjas de alta densidad, pero que prontamente disminuye debido a la competencia intraespecífica. El ancho del borde varía entre 10 y 3 metros. Este agrupamiento también se da en claros naturales formados por caída de 2 a 5 individuos o donde hubo extracción maderera de intensidad alta pero sin presión ganadera posterior.



Imagen N° 90. Vista del borde del bosque de lenga marcado por la estabilidad evolutiva, baja biodiversidad y la adaptación con el entorno de la Patagonia

Fuente: elaboración propia en base a recopilación de antecedentes UTN (2011 y 2015).

Los bosques de lenga presentan una muy fuerte presión del ganado bovino y equino al suroeste de la Central (bosque “Mazarucca”) y ovino en el restante cuadrante, como así también derivadas de las diversas actividades humanas. Estos bosques muestran escasa capacidad de reacción ante las variadas perturbaciones que sufren. Los límites discontinuos, la distribución disyunta y la fragmentación que sufren podrían estar indicando que grandes masas boscosas han sido reemplazadas por otros tipos de ambientes, principalmente por estepas gramíneas.

La Lenga es un árbol de hojas caducas, asimétricas y lustrosas, estas toman una tonalidad que pasa al amarillo y luego al naranja y rojo intenso antes de caer. Cuando las hojas adquieren estos colores, durante el otoño, el paisaje muestra un cuadro de colores de espectacular belleza. Vive en lugares muy lluviosos, de inviernos muy rigurosos, con nieve y a menudo afectado por intensos vientos helados. En muchos sectores y en las partes altas de la cordillera forma bosques puros llamados “lengales”.

La hoja es de borde bilobulado y de forma más o menos elíptica. El fruto es una nuez alada y sus semillas tienen 3 alas (1/3 de las veces, dos), encerradas en una cúpula leñosa de 0,9 cm de diámetro. No obstante, las semillas suelen ser de distribución anemócora, la distancia de dispersión efectiva (de semillas que viables, que luego dan plántulas) es mucho menor de la que presenta por ejemplo, un pino.

Este Bosque crece al límite superior de la vegetación boscosa cuyos límites van descendiendo a medida que aumenta la latitud y prospera bajo regímenes climáticos de bajas temperaturas y precipitaciones en forma de nieve, propios de las altas altitudes y latitudes.

La ausencia de signos de recuperación podría deberse a una mezcla de estos factores: por un lado la lenga es una planta de crecimiento lento (esto varía con la calidad de sitio, pero no es el factor principal de lo que se observa en Santa Cruz) y por otro existe una fuerte presión del ganado, que evita su regeneración. A este último factor, se le suma el hecho de que también

hay liebres exóticas y ausencia de políticas al respecto del impacto del ganado.

Bosques de Ñire

Los bosques de ñire aparecen en lugares más marginales y a veces se confunden con los bosques de lenga. Según la bibliografía, la especie más importante de este bosque sería más resistente que la lenga o, al menos con mayor capacidad de resiliencia, por lo tanto es común cerca de las ciudades, en sitios más expuestos y pastoreados, en quebradas y laderas empinadas. Los problemas que tiene el bosque de ñire son similares a los problemas del bosque de lenga, con la diferencia de que básicamente se reproduce agámicamente, es decir, raramente veremos ejemplares reproduciéndose por semillas. Esto hace que soporte mejor el pastoreo, ya que se puede reproducir por raíces o tocones incluso luego de incendios. Sumado esto al uso desaprensivo del hombre quién, en muchos casos, incendió grandes extensiones en el pasado para ampliar pasturas.

Existen algunas especies de arbustos que acompañan al ñire, por ejemplo especies de género *Berberis* (calafates), *Gaultheria*, *Escallonia*, etc., situación que no ocurre en el caso anterior (Bosques de Lenga). Estos bosques están sometidos a mayor presión del ganado, por lo cual presentan algunas especies adventicias de dispersión por ganado (*Cerastium arvense*, *Lupinus polyphyllus*, *Trifolium repens*, *Erodium cicutarium*, *Holcus lanatus*, *Rumex acetosella*, *Rumex longifolius*, *Galium aparine*, etc.); no obstante, la dispersión por ganado, el dosel abierto (30-40%) y la presencia de perchas también hacen que la diversidad sea mayor. Al no existir sitios con exclusión absoluta del ganado es difícil inferir cómo sería el bosque de *Nothofagus* prístino.

El Ñire alcanza a medir entre 10 y 25 m de altura el más alto de la provincia, el cual es una excepción, y tiene tronco delgado de configuración “multipalo”. Las hojas son simples y alternadas, de 20 a 35 mm de largo, con el borde dentado y ondulado y están cubiertas con una cera de aroma dulce. El color del follaje es verde medio tornándose amarillo-rojizo en el otoño (imagen 91). La flor de color amarillo verdoso es poco llamativa. El fruto mide 6 mm, es muy fragante y está compuesto de 4 valvas que contienen tres nueces o hayucos.

El término Ñire significa zorro en la lengua mapuche. Llamaron así a este árbol ya que estos animales suelen hacer sus madrigueras debajo de los mismos. En la isla de Tierra del Fuego es habitual que el ñire esté cubierto de barba de árbol, barba de viejo, barba del diablo o barba de indio (*Usnea barbata*), un líquen verde claro con aspecto piloso. La madera de ñire se usa principalmente para leña.



Imagen N° 91. Vista en detalle de una rama de ñire

Fuente: elaboración propia en base a recopilación de antecedentes UTN (2011 y 2015).

Zonas afectadas por incendios

Estas zonas de bosques caducifolios fueron afectados por el gran incendio ocurrido en el año 1982, el cual afectó 3400 ha del lado argentino. A primera vista este sector parece ser una estepa herbácea con troncos quemados. Sin embargo, una observación más detallada muestra que es un bosque en proceso de recuperación. Abundan los renovales de ñire, entremezclados con la estepa de *Festuca gracillima*.

A pesar de la presencia de renovales de árboles caducifolios, la regeneración del bosque no ocurre. El factor que ha detenido la recuperación del bosque durante ya casi 40 años ha sido aparentemente el ganado. En las recorridas por la zona se pudo observar que los renovales, incluso aquellos más añosos, tienen síndromes claros de su afectación por herbívoros, con crecimiento achaparrado y marcas de ramoneo. Es probable que si no se excluyen por algunos años los animales no será posible el desarrollo de los árboles. En estas áreas la diversidad es relativamente alta, con elementos de bosque, exóticas dispersadas por el ganado y de estepa herbácea.

Estepas herbáceas

Las estepas herbáceas se distribuyen abundantemente en las áreas más bajas. Aparentemente su distribución no está relacionada directamente con la altitud, sino con la actividad humana, que ha eliminado el bosque para construir viviendas, para criar sus animales, y para extraer leña y madera para la construcción (imagen 92).

La especie claramente dominante es *Festuca gracillima* y *Poa pratensis*, alternando según los suelos y la humedad presente con distintas especies, *Empetrum spp.*, *Bolax*, *Ranunculus*, etc.

Estas estepas son intensamente explotadas para la ganadería, por lo cual es improbable que el bosque o el arbustal avancen sobre ellas. Los datos de diversidad indican valores

relativamente altos, debido, quizás, a la dispersión por los animales. Existen ciertas similitudes florísticas entre estas estepas y las áreas que sufrieron incendios, las cuales están sufriendo el mismo proceso de pastoreo que éstas.



Imagen N° 92. Estepas herbáceas sobre la sierra Dorotea

Fuente: elaboración propia en base a recopilación de antecedentes UTN (2011 y 2015).

Estepas arbustivas

Las estepas arbustivas no son comunes en la zona de estudio. En las zonas con escasa humedad o mayores pendientes existe un claro dominio de *Chiliotrichum diffusum*, con una cobertura relativa de hasta el 80% y cobertura total de entre 35 y 70% (imagen 93). El excesivo ramoneo de pastizales parece favorecerlo, ya que no es palatable, y posee una estrategia de dispersión por semillas muy eficiente. En la zona de estudio se encuentran grandes manchones en simpatria con *Nothofagus antártica*. Y también en ciertos sectores del pastizal de altura justo por encima del nivel altitudinal de la lenga.

En sitios donde el drenaje es más lento, por ejemplo en la cima de la Sierra Dorotea, con mayor disposición de agua en el suelo, la fisonomía del arbustal es totalmente distinta. *C. diffusum* aparece con una frecuencia y una cobertura relativa mucho menor que en el caso anterior. Aparece por lo menos una especie de *Azorella Monanta*, que adquiere estatus de codominante y, en ciertos sitios, claramente dominante.

Los cojines de yareta (*Azorella* spp) cumplen una función que determina ciertas condiciones únicas de estos ambientes: las yaretas crecen sobre rocas desnudas o guijarros; después de un cierto tiempo sobre los cojines crecen otras plantas, sirviéndole la yareta de sustrato y permitiendo la diversificación en un ambiente que en un primer momento era casi estéril. Por otro lado, los tallos y hojillas muertas de *Azorella* spp funcionan como esponjas, reteniendo el agua a veces por largos períodos de tiempo y permitiendo la instalación de plantines nuevos, incluso en épocas desfavorables.



Imagen N° 93. Aspecto de la estepa arbustiva. En este caso dominada por *Chiliotrichum diffusum*
Fuente: elaboración propia en base a recopilación de antecedentes UTN (2011 y 2015).

Turbales del Sistema El Turbio – Punta Alta

La cuenca del Río Turbio, que incluye el arroyo San José y cursos relacionados, el arroyo Primavera y el Santa Flavia, integran el sistema de Turbales El Turbio - Punta Alta.

Esta zona se caracteriza por un relieve que responde al modelado fluvio-glacial o glaciar de edad cuaternaria, y se presenta con lomadas suaves y llanuras levemente onduladas con depósitos de sedimentos glaciales (till), gravas, arenas, etc. En el sector este la erosión fluvio-glacial y fluvial pos glacial originó una extensa red de cauces en una amplia llanura de inundación, donde el Río Turbio corta los arcos morénicos. Numerosos pantanos ocupan las partes bajas de esta llanura, mientras que en las colinas bajas (150 msnm) aparecen depresiones suaves rellenas con turba (Anchorena 1985). En términos generales, desde el punto de vista edáfico se identifican tres situaciones:

1. Praderas con suelos pardos, arcillosos y húmedos, con escaso drenaje.
2. Mallines con abundante acumulación de materia orgánica, con la napa freática cercana a la superficie o con agua libre en ambientes con drenaje impedido.
3. Turberas en ambiente andino, con suelos húmicos en constante saturación.

En las turberas domina *Marsippospermum grandiflorum*, acompañado por *Gunnera magellanica* en situaciones de menor altura y proximidad a drenajes. En cambio cuando las turberas ascienden por las laderas y se alejan de los cursos de agua, domina *Bolax gummifera* junto con *M. grandiflorum*. En esta última situación se evidencia el contacto con los bosques de *Nothofagus pumilio*, dada la presencia de elementos de las partes más abiertas del bosque, como por ejemplo *Chiliotrichum diffusum*, *Blechnum pennamarina* y *Geum magellanicum* (imagen 94).

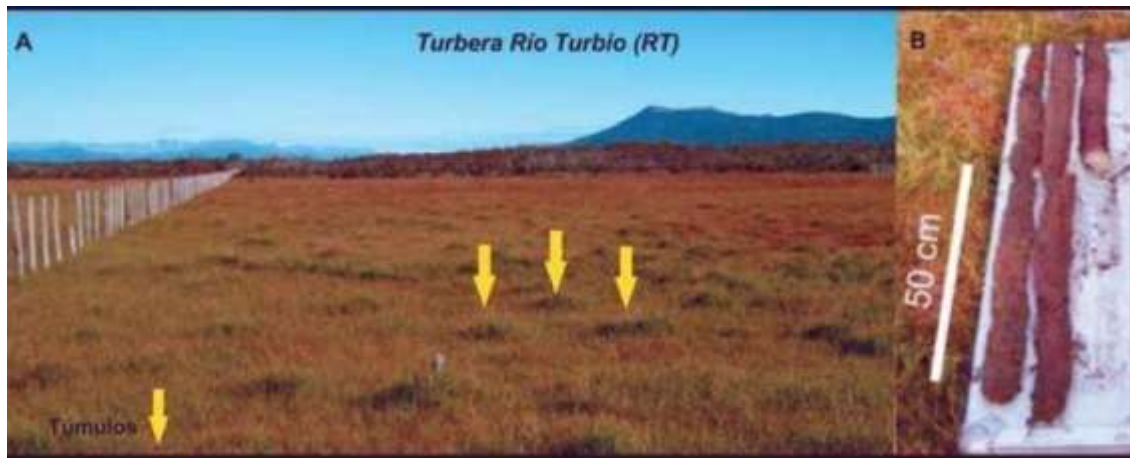


Imagen N° 94. Vistas de distintas turberas y su profundidad en el área de Río Turbio

Fuente: elaboración propia en base a recopilación de antecedentes UTN (2011 y 2015).

En los mallines domina *Caltha sagittata*, *Carex gayana* y *Deyeuxia poaeoides*, con densas masas de hepáticas y musgos que evidencian el agua libre en superficie o las oscilaciones del nivel freático que mantienen en constante saturación los primeros centímetros del perfil, ocupando las partes más bajas, con menor drenaje y mayor acumulación de materia orgánica. En lugares con bajo nivel de saturación aparecen facies de *Poa nemoralis* (Méndez y Ambrosetti 1985).

Asociada a los ríos y arroyos encontramos una vegetación riparia con fisonomía de pradera, donde numerosas especies se consideran transgresivas de las comunidades de los canales chilenos, como *Senecio acanthifolius*, *S. smithii* y *Perezia lactuoides*, así como las especies invasora de *Salix fragilis*. Hacia el este de la ventana (zona de Punta Alta), *Festuca pallenscens* domina en suelos hidromórficos, mientras que en el oeste, con el incremento de las precipitaciones, disminuye su presencia y es reemplazada por la asociación de *Deschampsia caespitosa* y *Hordeum lechleri*. En Santa Cruz, en los ríos Coyle, Bote, Turbio, Gallegos y otros se han naturalizado el *Salix fragilis* (mimbrera), sin ningún tipo de manejo, a partir de semillas y ramas (imagen 95).



Imagen N° 95. Aspecto de la vegetación de las márgenes del Río Turbio en un área que linda con el proyecto, donde se verifican especies nativas con otras invasoras como el *Salix fragilis*
Fuente: elaboración propia en base a recopilación de antecedentes UTN (2011 y 2015).

El mimbre es un arbusto o árbol pequeño de 1,5 a 5 m de alto, caducifolio, con copa abierta no péndula, muy ramificado, con ramas erguidas y extendidas, largas. Tronco algo tortuoso, corteza agrietada. Las ramas del año anterior verde oscuras vigorosas ascendentes, glabras y brillantes. Las ramas del año son erectas o extendidas verde claro-amarillentas, glabras. La floración se produce en primavera junto a la foliación. Las ramas turionales son tiernas y vigorosas, de color verde claro brillantes a ligeramente amarillentas con lenticelas marcadas. Las hojas de las ramas del año son lanceoladas de hasta 15 cm longitud, cara superior verde oscuro, brillantes, blanco tomentosas, la inferior con margen entero con bordes doblados, acuminadas y pecioladas.

Las hojas son alternas y pecioladas, del tipo discolor. Por un lado, las basales son oblongas verde oscuro, en la cara superior, la inferior levemente glaucescente glabra; las medianas son lanceoladas, acuminadas, verde oscuro, y brillantes en la cara superior, mientras que la inferior tiene tomento pubescente y nervadura muy marcada de margen ligeramente crenado, doblándose sus bordes hacia el ápice; y, las terminales linear-lanceoladas, angostas con los márgenes doblados fuertemente, pubescente tomentosas con nervaduras pilosas muy marcadas, levemente glutinosa. Sus semillas son numerosas, pequeñas de menos de 1 mm, rodeada basalmente por un mechón de pelos blancos y sedosos, 2-3 veces el largo de la semilla.

Por el momento no se ha observado que la población de uso a este árbol.

2.1.5. Diversidad de las comunidades vegetales

Los valores de diversidad hallados fueron calculados por el equipo de la UTN empleando los índices de Shannon-Wiener, inversa de Simpson y Margalef (cuadro 57). Los dos primeros índices son los más usados. El índice de Margalef muestra mayores contrastes. Los valores de diversidad son relativamente bajos, salvo en las estepas, donde los valores pueden considerarse medios. La mayor diversidad en estos sitios podría estar dada por diversos factores, entre ellos la zoocoria, considerando que son zonas con presión de pastoreo. En

botánica se llama zoocoria a la forma de dispersión de los propágulos en la que el agente que realiza el transporte es un animal. Hay otras formas de promover el alejamiento de los propágulos, distinguiendo de esta sobre todo la anemocoria (dispersión por el viento).

Cuadro N° 57. Índices de diversidad

Índice	Lenga	Ñire	Estepas de Gramíneas	Estepas de herbáceas	Áreas afectada por incendios	Turberas
Shannon_H	1,49	1,853	2,091	2,028	1,556	1,32
Simpson_1-D	0,6043	0,7247	0,8987	0,867	0,6427	0,4689
Margalef	2,075	2,961	7,048	4,399	2,717	3,868

Fuente: elaboración propia en base a recopilación de antecedentes UTN (2011 y 2015).

Estos estudios permitieron arribar a las siguientes conclusiones:

- Se observa en toda la región un impacto humano sobre la vegetación y un status quo estrechamente dependiente de la presión humana, principalmente a través del ganado.
- Los ambientes estudiados presentan diversidad baja a media. Esto no significa que sean estos ambientes de escaso valor. Todo lo observado y medido presenta gran coincidencia con la bibliografía consultada previamente.
- Una gran cantidad de especies son endémicas de esta parte del país. A pesar del alto grado de degradación que presentan estos ambientes, aún siguen siendo reservorio de especies únicas.
- Se desconoce la problemática de conservación de casi todas estas especies. Se requiere de ulteriores trabajos para profundizar el conocimiento de las poblaciones de las especies que habitan esta zona y de esa manera poder evaluar su estado de conservación.
- Las comunidades muestran poca capacidad de recuperación, cuando se ven alteradas, reaccionan prevaleciendo las de estrategia de regeneración vegetativa, por sobre la sexual (semillas) En general, prevaleciendo las exóticas (vinagrillo, *Hieracium*, diente de león).

Toda acción sobre estos ambientes debe evitar que la afectación se extienda hacia sitios donde la remoción sea innecesaria.

2.1.6. Estado actual de los ecosistemas

Como se señaló anteriormente, grandes extensiones de bosques de lenga han sido degradados, tanto por la ganadería como por los incendios forestales. En los sitios de mayores pendientes, los procesos de erosión parecen ser irreversibles y se manifiestan con pérdida del horizonte orgánico y la su inmediato subyacente, dejando un horizonte C o roca madre con alto contenido de Aluminio y bajo en Nitrógeno 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. Lo que es peor: sin miras a regenerarse naturalmente. En estas situaciones es necesario actuar rápidamente con restauración y revegetación activa.

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 mayormente por la disminución de la cobertura vegetal y erosión laminar. Algunos autores indican la existencia 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.

En cuanto a las actividades extractivas como factor que afecta a los ecosistemas, suscitadamente puede considerarse que alcanza toda el área de explotación minera en general, y el sector de las bocaminas-dentral generadora existente, escombrera y el cementerio de chatarra en especial.

En el siguiente mapa se presentan los principales ambientes descriptos anteriormente junto con las reservas naturales y ciertos puntos de interés (véase sección 2.3 Áreas de especial interés ambiental).

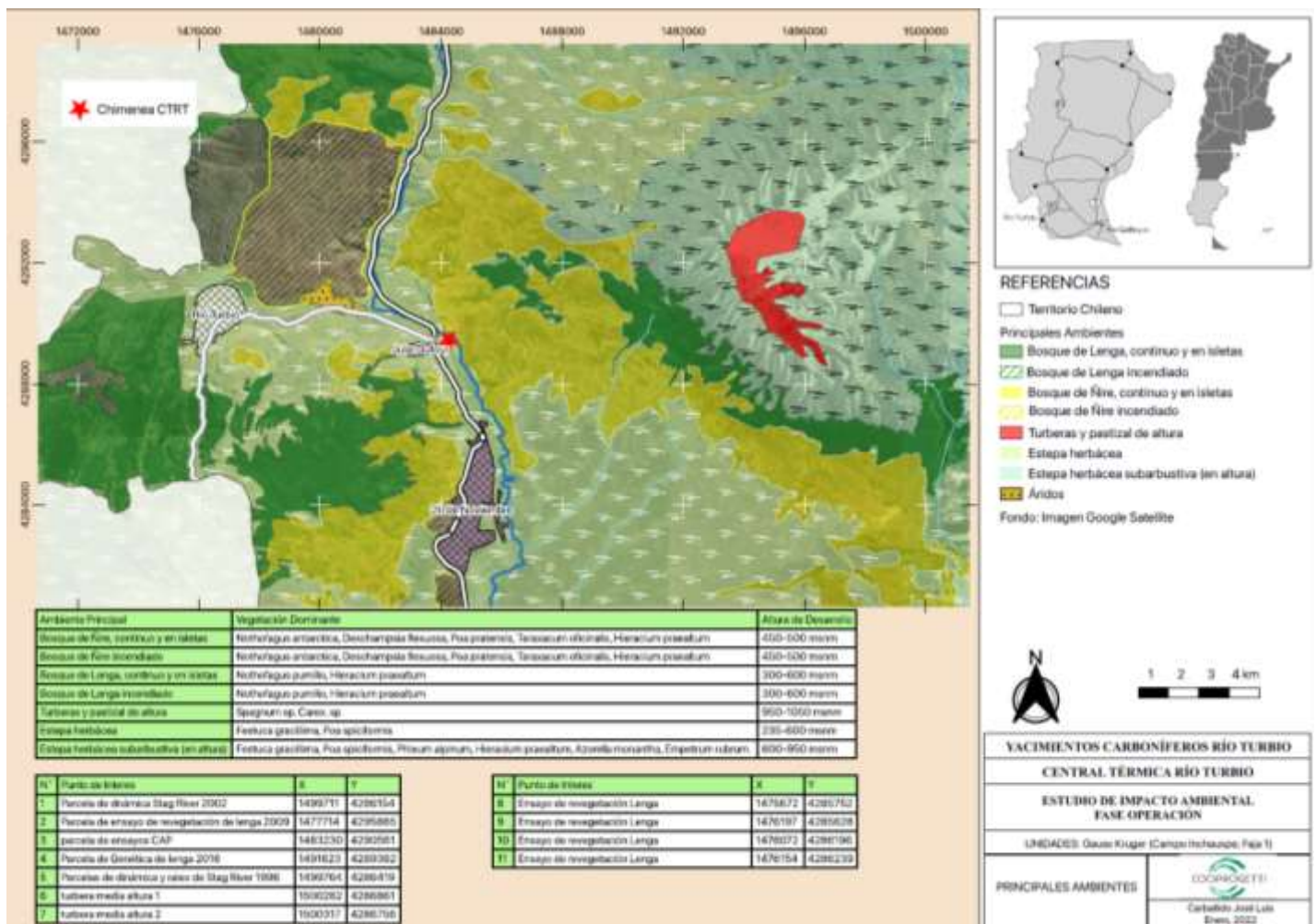


Imagen N° 96 - Anexo N° 4. Mapa de Ambientes en zona de estudio

Nota: véase en mayor detalle en Cap. 9, Sección 13 Anexo, apéndice 6.10.

Fuente: elaboración propia.

2.2. 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 ha seguido el estudio realizado por UTN en 2015. Será necesaria la actualización de los monitoreos por taxón para la fauna (incluyendo fauna ictica).

En dicho estudio se han podido identificar numerosas especies de aves en el embalse del arroyo San José, entre las que se mencionan: *Phoenicopterus chilensis* (flamenco), *Chloephaga rubiceps* (cauquén cabeza rojiza) y *C. pieta* (cauquén común), además de numerosas gaviotas (*Larus dominicanus*), ostreros (*Haematopus leucopodus*) y teros (*Vanellus chilensis*).

En las recorridas por los ambientes boscosos y esteparios se vieron zorros grises (*Lycalopex griseus*) y liebres europeas (*Lepus europaeus*). Lo más visto: zorrinos, también se pueden ver pumas, aunque los persiguen muchísimo.

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 58.

Cuadro N° 58. Especies en peligro

AMBIENTE	CLASE	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN
BOSQUE	Aves	<i>Turdus falcklandii</i>	Zorzal patagónico
		<i>Campephitus magallanicus</i>	Carpintero patagónico
		<i>Pyrachichas albogulares</i>	Comesebogrande
		<i>Aphastura spinicauda</i>	Rayadito
ESTEPAS	Mamíferos	<i>Pseudalopex culpaeus</i>	Zorro colorado
		<i>Lycalopex griseus</i>	Zorro gris
		<i>Oncifelis geoffroyi</i>	Gato montés
		<i>Puma 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
HUMEDALES	Aves	<i>Phoenicopterus chilensis</i>	Flamenco
		<i>Cygnus melancoryphus</i>	Cisne de cuellonegro
		<i>Tachyeres patachonicus</i>	Quetro volador
		<i>Chloephaga rubiceps</i>	Cauquén cabeza rojiza
		<i>C. pieta</i>	Cauquén común
		<i>Larus 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 gayi</i>	Comeseboardino

Fuente: elaboración propia en base a recopilación de antecedentes UTN (2011 y 2015).

2.2.1. Anfibios

Los anfibios constituyen un grupo de gran importancia en los ecosistemas acuáticos y terrestres. Son eslabones fundamentales en la cadena alimenticia al predear sobre diversas poblaciones de insectos que pueden actuar como vectores de enfermedades (Greenlees *et al.*

2006). A su vez, debido a que la piel de los anfibios es mucho más permeable a los contaminantes que la de otros animales, son más susceptibles a pequeñas variaciones en la calidad del medio acuático actuando de esta manera como buenos indicadores de la calidad del ambiente (Ergueta and Harvey 1996, Wright *et al.* 2001, Hayes *et al.* 2002, Blaustein *et al.*).

Hace varias décadas que se viene verificando una declinación a nivel global de las poblaciones de anfibios. La interacción de varios factores es la responsable de tal declinación (pérdida y fragmentación del hábitat, especies exóticas, hongos, cambio climático, etc) (Vitousek *et al.* 1997; Burgman and Lindenmayer 1998; Pounds 2001, Thomas *et al.* 2004; Vredenburg 2004).

En este sentido la Argentina no es la excepción ya que, recientemente se informó de la extinción de dos especies del género *Telmatobius* (*Telmatobius ceiorum* y *Telmatobius laticeps*, Barrionuevo y Ponssa 2008). Por sus características, la Patagonia es una región que presenta condiciones que en principio se considerarían desfavorables para la presencia de anfibios. Este hecho se corrobora con la presencia de solo 4 especies de anfibios. No obstante esto, la importancia de la Patagonia radica en los numerosos casos de endemismos, desde regionales hasta microendemismos, tanto a nivel específico como genérico.

Para la Línea de Base requerida para la Central Termoeléctrica Río Turbio, cuyos resultados se presentan en el informe de UTN del año 2015 y se extraen aquí, se utilizaron los siguientes criterios para la elaboración del esquema metodológico implementado:

- **Estacionalidad:** con la planificación de 4 campañas de campo, una en cada estación del año.
- **Unidades Ecológicas (UE):** sobre la base de las unidades ecológicas determinadas en los estudios hasta ahora más detallados del área (Instituto de Geología y Recursos Minerales 2006) presentes y la información SIG disponible, se eligieron 4 UE representativas del área de la Cuenca Carbonífera, tanto por su importancia ecológica como por su representatividad espacial. Las UE elegidas fueron:
 - o **Antrópica (An):** formada por el entramado urbano de la cuenca, sus carreteras y zona de emplazamiento minero/industrial.
 - o **Bosques de *Nothofagus* (N):** aquellos bosques dominados principalmente, pero no exclusivamente, por la lenga (*Nothofagus pumilio*) y el ñire (*Nothofagus antártica*).
 - o **Herbácea (H):** aquellas zonas dominadas principalmente por gramíneas.
 - o **Arbustiva (A):** aquellas zonas dominadas principalmente por arbustos achaparrados como *Junielia tridens*, *Empetrum rubrum*, *Azorella fuegianum*, entre otros.

En particular para el muestreo de anfibios se aplicó una modificación de la técnica VES (por sus siglas en Inglés: Visual Encounter Survey), descrita en Crump & Scott (2004). Para la misma, además de detecciones visuales se incorporaron detecciones auditivas y búsquedas exhaustivas, levantando rocas y maderas del suelo.

El esfuerzo de muestreo se intensificó en sectores de menor visibilidad (mayor cobertura de la vegetación), a fin de evitar sub-observaciones de determinados microhábitats. El diseño general del muestreo se basó en el recorrido de transectas de faja abierta (de 250 m de largo; n=16) dispuestas de manera sistemática por toda el área estudiada. También se distribuyeron puntos al azar (n=20), con un radio de 50 m, en los cuales se realizaron las búsquedas exhaustivas. El esfuerzo total de muestreo fue de 35 horas/hombre aproximadamente. Para alcanzar y georreferenciar las unidades muestrales se utilizó un GPS Garmin Vista C. El relevamiento fotográfico se realizó utilizando una cámara Olympus Stylus 770 SW. Se contaba también con grabadora portátil y micrófono direccional, a fin de registrar cualquier evento de canto.

Para establecer el estatus de conservación nacional e internacional se siguió a Vaira *et al.* (2012) e UICN (2014), respectivamente. Los arreglos taxonómicos y nomenclaturales siguen las hipótesis sugeridas en Frost *et al.* (2011).

Identificación y categorización de especies

En el cuadro 59 se listan las especies de anfibios citadas para la provincia de Santa Cruz y su estatus de conservación nacional e internacional según los criterios más utilizados (Vaira *et al.* 2012 y IUCN 2014, respectivamente).

Cuadro N° 59. Lista de especies de anfibios de Santa Cruz y su estatus de conservación

Orden	Familia	Especie	IUCN	Nac.
Anura	Bufonidae	<i>Nannophryne variegata</i>	LC	NA
	Ceratophryidae	<i>Atelognathus salai</i>	VU	VU
		<i>Chaltenobatrachus grandisonae</i>	DD	IC
	Leiuperidae	<i>Pleurodema bufoninum</i>	LC	NA

Referencias: Nac: Nacional (Asociación Herpetológica Argentina); NA: No amenazada; VU: Vulnerable; IC: Insuficientemente conocida; IUCN. LC: Least concern; VU: Vulnerable; DD: Data deficient.

Fuente: elaboración propia en base a recopilación de antecedentes UTN (2011 y 2015).

Con respecto al área de estudio relacionada con la Central Termoeléctrica, sólo se observa la presencia de una especie, *Pleurodema bufoninum*, que si bien no fue detectada en los muestreos previos, se encuentra citada para el área (Ceí 1972; UICN 2011). Se brinda por lo tanto una ficha con información específica para esta especie en particular.

Pleurodema bufoninum

Categoría Nacional: No amenazada (Vaira *et al.* 2012).

Categoría UICN: Preocupación Menor.

Justificación: se la cita como no amenazada (nacional) y Preocupación menor (UICN) debido a su amplio rango de distribución, su tolerancia a cierto grado de modificación del hábitat y su supuesta abundancia poblacional.

Distribución general: Argentina, Chile. En Argentina en las Provincias de Chubut, Mendoza, Neuquén, Río Negro y Santa Cruz.

Distribución en el área: sí.

Tendencias poblacionales: Estable. Sin amenazas mayores.

Hábitat y ecología: típicamente debajo de rocas o en estepas vegetadas. La especie presenta amplia tolerancia a situaciones climáticas adversas. La reproducción tiene lugar en la orilla de charcas temporarias con larvas de natación libre. La especie presenta también tolerancia a disturbios antrópicos.

Amenazas y acciones de conservación: la destrucción y pérdida del bosque nativo representa una amenaza local. Presente en seis áreas protegidas: Bosque Petrificado, Los Glaciares y Perito Moreno (Provincia de Santa Cruz); Lanín y Laguna Blanca (Provincia del Neuquén); y Nahuel Huapi (Provincias de Neuquén y Río Negro).

Listado de especies amenazadas

En cuanto al estatus de conservación de las especies citadas para la provincia de Santa Cruz vemos que sólo una está considerada como Vulnerable (imagen 97). Se trata de *Atelognathus salai*, especie cuya biología es poco conocida y que fue descripta originalmente para la Laguna de los Gendarmes, ubicada en el noroeste de la provincia (a 1.050 msnm). Una potencial amenaza para la especie sería la introducción de peces en las lagunas que utiliza para su reproducción y desarrollo. Es de destacar que en Argentina esta especie no se encuentra protegida por ninguna unidad de conservación (Úbeda *et al.* 2004c).

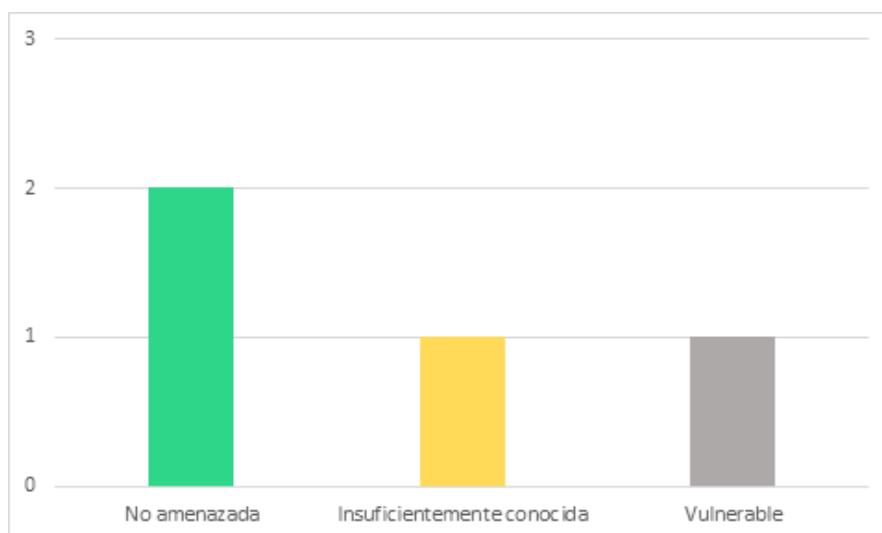


Imagen Nº 97. Cantidad de especies según estatus de conservación, de la Provincia de Santa Cruz
Fuente: elaboración propia en base a recopilación de antecedentes UTN (2011 y 2015).

Localización y descripción de áreas de alimentación, refugio y reproducción

Para el caso específico de *Pleurodema bufoninum* (la única especie de distribución potencial en el área) se consideran como sitios potenciales de reproducción, refugio y/o alimentación a todas las áreas de influencia de los arroyos San José, Santa Flavia y el río Turbio. Sumados a estos, es probable también encontrar individuos en charcas temporarias y mallines así como también bajo rocas, troncos caídos y sitios húmedos, siendo que se trata de una especie con gran plasticidad en el uso de microhábitats.

Conclusiones

La Central Termoeléctrica de Río Turbio se ubica en el extremo SO de la Provincia de Santa Cruz. Las condiciones climáticas y su ubicación latitudinal no favorecen la presencia de anfibios. A pesar de esto, se ha citado para el área una sola especie, *Pleurodema bufoninum*, que si bien no ha sido observada recientemente amerita redoblar los esfuerzos para corroborar o descartar su presencia. La fragmentación del hábitat y la alteración de los anfibios.

La conservación de la calidad natural de los cuerpos y cursos de agua, así como la heterogeneidad del ambiente es vital para la supervivencia de los anfibios, por lo cual las actividades industriales que allí se desarrollen deben extremar las medidas tendientes a ello. Los sitios utilizados como refugio por los anfibios se encuentran principalmente en los estratos inferiores del bosque, en la vegetación arbustiva asociada a cuerpos de agua, etc. por lo cual es importante su conservación y monitoreo constante.

Los futuros estudios destinados a ampliar los conocimientos ecológicos de los anfibios en general y de cada especie en particular, serán de gran ayuda para comprender las interacciones intra e interespecíficas y su relación con el hábitat. La información obtenida podrá ser utilizada para el desarrollo de programas de monitoreo destinados al manejo y conservación de la biodiversidad del área y para incorporar en los planes de mitigación de los posibles impactos asociados a las diferentes etapas vinculadas con la Central Termoeléctrica.

2.2.2. Reptiles

La Patagonia es la región más austral de Sudamérica y su geografía se caracteriza por la presencia de zonas semidesérticas, estepas, mesetas, llanuras y serranías. Se trata de una región con una densidad poblacional muy baja que, a pesar de su gran extensión, presenta zonas muy poco disturbadas, y otras tantas que si lo están, tanto por actividades vinculadas a las industrias petrolíferas y mineras como por la cría extensiva de ganado, principalmente ovino.

La desertificación ha sido uno de los principales problemas ambientales de la Patagonia de los últimos 100 años, provocada casi exclusivamente por el sobrepastoreo ovino (Paruelo y Aguiar, 2003; Paruelo *et al.*, 2006). Las consecuencias ambientales de la desertificación ocasionadas por los factores mencionados anteriormente son numerosas, entre las que podemos citar la extinción local de especies, modificación de la estructura de la vegetación, aumento de la erosión del suelo y disminución en la productividad biológica del ecosistema (Paruelo y Aguiar, 2003; Paruelo *et al.*, 2006).

Entre los vertebrados pequeños, los reptiles son los que presentan mayor número de endemismos en la región patagónica. Existen, entre otras, al menos treinta formas del género *Liolaemus*, cuatro de *Phymaturus* y cuatro de *Diplolaemus*, que son endémicas de la región (Ceí 1986, Scolaro 2005). Esto se encuentra en parte relacionado a la baja capacidad de

dispersión de estos grupos (Pianka 1986), convirtiéndolos en muchos casos en especialistas de hábitat.

En base a la última categorización de la herpetofauna Argentina, la fauna de reptiles de la Provincia de Santa Cruz consta de 28 especies de lagartijas (Abdala *et al.* 2012). En relación con las lagartijas, un trabajo reciente publicado por Breitman *et al.* (2014) lista para la provincia 29 especies (27 especies y 2 subespecies).

Para la Línea de Base los estudios realizados por la UTN utilizaron el mismo esquema metodológico implementado para anfibios, realizándose 4 campañas de campo, una en cada estación del año, en las 4 UE (Unidades Ecológicas) representativas del área de la Cuenca Carbonífera, tanto por su importancia ecológica como por su representatividad espacial: Antrópica (An), Bosques de *Nothofagus* (N), Herbácea (H) y Arbustiva (A).

En particular para el muestreo de reptiles, al igual que para el de anfibios, se aplicó una modificación de la técnica VES (por sus siglas en Inglés: Visual Encounter Survey), descripta en Crump & Scott (2004). Para la misma, además de detecciones visuales se incorporaron búsquedas exhaustivas, levantando rocas y maderas del suelo. El esfuerzo de muestreo se intensificó en sectores de menor visibilidad (mayor cobertura de la vegetación) a fin de evitar sub-observaciones de determinados microhábitats.

El diseño general del muestreo se basó en el recorrido de transectas de 2 metros de ancho y 250 m de largo; (n=16) dispuestas de manera sistemática y abarcando todas las UE. También se distribuyeron puntos al azar (n= 20) en las diferentes UE, con un radio de 50 m, en los cuales se realizaron las búsquedas exhaustivas. El esfuerzo total de muestreo fue de 85 horas/hombre aproximadamente. Para alcanzar y georreferenciar las unidades muestrales se utilizó un GPS Garmin Vista C. El relevamiento fotográfico se realizó utilizando una cámara Olympus Stylus 770 SW.

Debido a la baja actividad y a la escasa defectibilidad de reptiles en el área estudiada, el listado de especies fue suplementado con información de referencia sobre la base de bibliografía específica (Abdala *et al.* 2012; Giraudo, *et al.* 2012; Prado *et al.* 2012a; Scolaro 2005; Ávila *et al.* 2005), e información publicada en IUCN (2014).

Los resultados se expresan en un listado general y posteriormente se realiza una descripción detallada de cada especie citada para el área, indicando estado de conservación a escala nacional (Abdala *et al.* 2012; Giraudo *et al.* 2012) e internacional (IUCN 2014), tendencias poblacionales y distribución en la provincia de Santa Cruz y en el área de estudio. Los arreglos taxonómicos y nomenclaturales para lagartijas siguen la línea utilizada en Ávila *et al.* (2010).

Identificación y categorización de especies

A continuación se listan las especies de reptiles citadas para la provincia de Santa Cruz, indicando su ubicación taxonómica, estatus de conservación nacional e internacional según los criterios más utilizados.

Cuadro N° 60. Listado de especies de reptiles en Santa Cruz y su estatus de conservación.

Orden	Suborden	Familia	Especie	IUCN	Nac.
SQUAMATA	SAURIA	Leiosauridae	<i>Diplolaemus bibronii</i>	x	NA
			<i>Diplolaemus darwinii</i>	LC	NA
			<i>Leiosaurius bellii</i>	x	NA
		Liolaemidae	<i>Liolaemus archeoforus</i>	LC	NA
			<i>Liolaemus avilae</i>	x	NA
			<i>Liolaemus baguali</i>	x	NA
			<i>Liolaemus bibronii</i>	x	NA
			<i>Liolaemus caparensis</i>	x	NA
			<i>Liolaemus chacabucoense</i>	x	NA
			<i>Liolaemus escarchadosi</i>	x	NA
			<i>Liolaemus exploratorum</i>	x	IC
			<i>Liolaemus fitzingerii</i>	LC	NA
			<i>Liolaemus gallardoi</i>	LC	NA
			<i>Liolaemus hatcheri</i>	x	NA
			<i>Liolaemus kingii</i>	x	NA
			<i>Liolaemus kolengh</i>	x	VU
			<i>Liolaemus lineomaculatus</i>	x	NA
			<i>Liolaemus magellanicus</i>	x	NA
			<i>Liolaemus morandae</i>	x	NA
			<i>Liolaemus pictus argentinus</i>	x	NA
			<i>Liolaemus sarmientoi</i>	x	NA
			<i>Liolaemus scolaroi</i>	x	IC
			<i>Liolaemus senguer</i>	x	NA
			<i>Liolaemus silvanae</i>	x	VU
			<i>Liolaemus tari</i>	x	IC
			<i>Liolaemus tristis</i>	x	IC

			<i>Liolaemus zullyi</i>	x	NA
		Gekkonidae	<i>Homonota darwini darwini</i>	x	NA

Referencias: Nac.: Nacional; VU: Vulnerable; NA: No Amenazada; IC: Insuficientemente Conocida; UICN LC: Least Concern.

Fuente: elaboración propia en base a recopilación de antecedentes UTN (2011 y 2015).

En base a la información obtenida de la bibliográfica consultada y de los trabajos de campo que se vienen realizando regularmente desde el 2010 hasta el 2015 en el marco del Programa de Monitoreo de Biodiversidad para YCRT, se determinó la presencia potencial y confirmada de al menos 5 especies de lagartijas:

Cuadro N° 61. Listado de especies de lagartijas

Familia	Especie	Presencia
Leiosauridae	<i>Diplolaemus darwini</i>	Potencial
	<i>Liolaemus escarchadosi</i>	Potencial
Liolaemidae	<i>Liolaemus lineomaculatus</i>	Potencial
	<i>Liolaemus magellanicus</i>	Confirmada
	<i>Liolaemus sarmientoi</i>	Confirmada

Fuente: elaboración propia en base a recopilación de antecedentes UTN (2011 y 2015).

A continuación, se presenta una ficha con información específica para cada especie cuya presencia fue confirmada en el área.

Liolaemus magellanicus**Ejemplar encontrado en cercanías del Chiflón 3.**

Nombre vulgar: lagartija magallánica

Categoría Nacional: No Amenazada (Abdala *et al.* 2012), Vulnerable (Scolaro 2005)

Categoría UICN: No categorizada

Justificación: prácticamente no existe información sobre aspectos relacionados con la bioecología de la especie. Scolaro (2005) la cita como vulnerable debido a que se trata de un microendemismo, siendo una especie rara y de distribución más austral a nivel global.

Distribución general: Chile y Argentina. En Argentina citada para la provincia de Santa Cruz e isla de Tierra del Fuego.

Distribución en el área: Presente

Tendencias poblacionales: Desconocida

Ecología: Especie vivípara (7-9 crías), omnívora/insectívora. Muy especializada para la vida en la estepa graminosa. Única especie en Tierra del Fuego.

Amenazas y acciones de conservación: Las amenazas para la especie tendrían relación con la fragmentación y pérdida del hábitat. Se desconoce su tolerancia a disturbios antrópicos. Protegida en Chile y Argentina.

Liolaemus sarmientoi

Nombre vulgar: lagartija de sarmiento.

Categoría Nacional: No Amenazada (Abdala *et al.* 2012), Vulnerable (Scolaro 2005).

Categoría UICN: No categorizada

Justificación: prácticamente no existe información sobre aspectos relacionados con la bioecología de la especie. Scolaro (2005) la cita como vulnerable debido a que se trata de un microendemismo, siendo una especie rara y de distribución muy austral.

Distribución general: Chile y Argentina. En Argentina citada para la provincia de Santa Cruz e isla de Tierra del Fuego.

Distribución en el área: Presente

Tendencias poblacionales: Desconocidas.

Ecología: Especie vivípara (3 a 5 crías). Prefiere biotopos de cordones de escoriales volcánicos, barrancas de cuencas de deflación y pedregales. De alimentación omnívora.

Amenazas y acciones de conservación: Las amenazas para la especie tendrían relación con la fragmentación y pérdida del hábitat. Existen poblaciones desconocidas. Tampoco se conoce su tolerancia a disturbios antrópicos. Protegida en Chile y Argentina.

Listado de especies amenazadas

En el siguiente gráfico se expresa la información resultante del estatus de conservación de la totalidad de las especies de reptiles citadas para la provincia de Santa Cruz, de acuerdo a la última Categorización del Estado de Conservación de los Reptiles de Argentina.

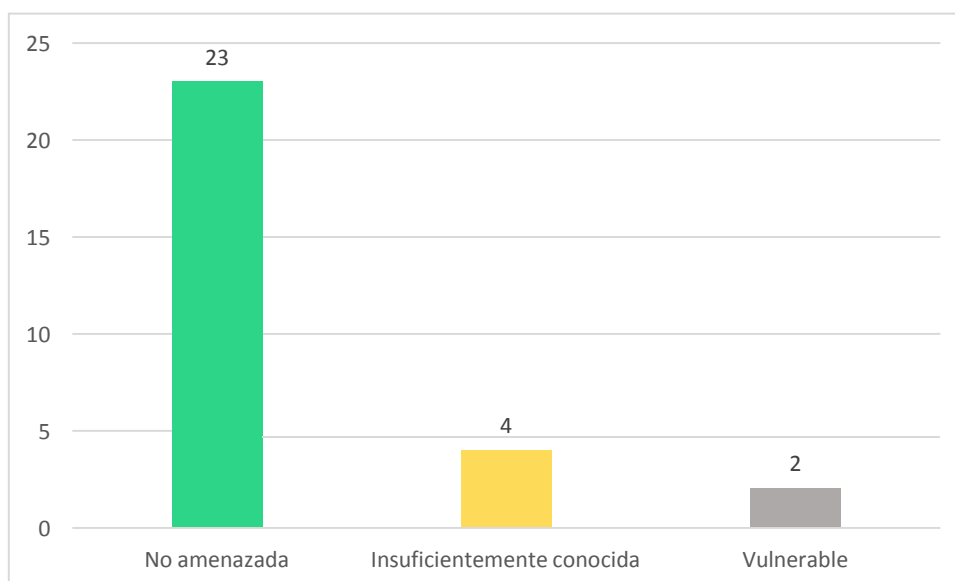


Imagen Nº 98. Cantidad de especies según estatus de conservación, de la Provincia de Santa Cruz
Fuente: elaboración propia en base a recopilación de antecedentes UTN (2011 y 2015).

Localización y descripción de áreas de alimentación, refugio y reproducción

El hábitat general para las especies citadas, estaría conformado por serranías y relieves de cordones montañosos bajos, suelos pedregosos y diferentes clases de suelos rocosos y roquedales con pendiente. También estepas xerofitizadas por acción antrópica con arbustos achaparrados y estepas graminosas abiertas. Como refugios principales contarían las rocas aisladas, escoriales de bermas de caminos y, tallos y raíces de diversas matas.

Con respecto al área estudiada, los sitios de refugio, alimentación y reproducción, no aparecen en forma localizada, sino más bien en diversos sitios a todo lo largo de los sectores relevados. El área cuenta con una gran variedad de hábitats y microhábitats dispersos (que conforman las diferentes UE citadas consideradas anteriormente), en los cuales resulta probable la presencia potencial de las especies de lagartos citados anteriormente.

Los escasos registros, observados durante los muestreos realizados, estuvieron localizados, para el caso de *L. sarmiento* en afloramientos rocosos ubicados en una zona dominada principalmente por gramíneas, próximos a Mina 5; mientras que el único ejemplar de *L. magellanicus* fue encontrado debajo de un tronco en una zona arbustiva, cercana al chiflón 3. Los individuos detectados parecían hallarse en comportamiento de asoleo y alimentación, siendo que no se detectaron eventos reproductivos. A su vez, se desconoce con exactitud las preferencias por el uso de diferentes microhábitats en las especies citadas, por lo cual no es posible establecer una descripción detallada de sitios de alimentación, refugio y reproducción.

Conclusiones

Dado que la diversidad de reptiles decrece a medida que aumenta la latitud es de esperar que, por su ubicación geográfica, la provincia de Santa Cruz presente valores bajos en la misma, haciendo el foco de los estudios en las lagartijas.

A nivel mundial, estos animales son considerados organismos modelo para poner a prueba hipótesis ecológicas y evolutivas a diferentes niveles (poblaciones, comunidades) y escalas (espaciales y temporales; revisado en Camargo *et al.*, 2010). Es importante incorporar este grupo animal a los planes de manejo y de conservación de la Patagonia, debido no solo a sus características de termorregulación y vagilidad, sino también a la importante biomasa que representan y al rol que juegan en las interrelaciones dentro de las redes tróficas (Corbalán *et al.*, 2011).

El alto grado de especialización que presentan y su íntima relación con la vegetación presente los convierte en buenos bioindicadores de la calidad del ambiente. Teniendo en cuenta esto, es que resulta necesario promover muestreos exhaustivos destinados a ampliar el conocimiento sobre las diferentes especies, su estado poblacional, uso de hábitat, a fin de poder evaluar la situación de cada especie en particular y su relación con los posibles impactos asociados a las diferentes etapas vinculadas a la Central (construcción, operación, mantenimiento, etc.) relacionados con el ruido, vibraciones, desmonte, residuos, tráfico vehicular, etc.

La información obtenida será de gran importancia y podrá ser incorporada en programas futuros de monitoreo y en la formulación de planes de manejo.

2.2.3. Aves

Las aves es uno de los grupos de vertebrados más conocidos y estudiados. La fascinación que han despertado en el hombre, su fácil detectabilidad, estudio, manejo y captura lo hacen un grupo taxonómico ideal con una gran información disponible para el estudio de los impactos ambientales. Han sido utilizadas como bioindicadores para detectar una gran cantidad de cambios en el ambiente (*e.g.* Furness *et al.* 1993, BIP 2010) que van desde cambios en la diversidad y recursos hasta climáticos.

La provincia de Santa Cruz presenta en su ornitofauna un total de 245 especies (Darrieu *et al.* 2008a, 2008b, 2009; Secretaría de Minería de la Nación 2011) con algunas de interés desde el punto de vista biológico y de la conservación. Entre ellas se pueden destacar especies como *Rallus antarcticus* redescubierta en 1998 después de casi 40 años de no poseer registros (Soave *et al.* 2009) y distintas especies con distribución restringida o estatus de conservación de importancia como *Melanodera melanodera*, *Podiceps gallardoi*, *Tinamotis ingoufi*, *Pluvianellus socialis*, entre otras (Chehébar *et al.* 2002, UICN 2014, BirdLife International 2011).

La Provincia posee un total de 16 AICAS (Áreas Importantes para la Conservación de las Aves en la Argentina) (Di Giacomo, 2007) siendo la provincia con mayor número de AICAS en la Patagonia y representando el 33,3% de las mismas, lo que resalta la importancia de la Provincia como sede para la conservación y estudio de este grupo de vertebrados.

A continuación se detallan resultados de las cuatro campañas de campo realizadas desde noviembre de 2010 hasta julio de 2011 por el equipo de la UTN.

Para la Línea de Base se utilizó el mismo esquema metodológico implementado para anfibios y reptiles, realizándose 4 campañas de campo, una en cada estación del año, en las 4 UE (Unidades Ecológicas) representativas del área de la Cuenca Carbonífera, tanto por su importancia ecológica como por su representatividad espacial.

Con el fin de poder obtener información sobre la riqueza y abundancia de las distintas UE que componen el paisaje que rodea la actividad realizada en la Cuenca Carbonífera de Río Turbio, se realizaron censos de aves mediante el método de transecta según Bibby *et al.* (2000) y Sutherland *et al.* (2004). Las transectas fueron de 250 m de longitud cada una y fueron realizadas en cada una de las cuatro UE seleccionadas: Antrópica (An), Bosques de *Nothofagus*

(N) Herbácea (H) y Arbustiva (A).

Las transectas realizadas dentro de la UE Antrópica no fueron clasificadas de acuerdo con los tipos mencionados precedentemente, ya que se considera a esta una Unidad Ecológica un área completamente disturbada y no justifica la implementación de la metodología de transectas aplicable a las otras Unidades.

Los muestreos por transecta se realizaron durante las primeras horas de la mañana y últimas de la tarde, donde la actividad de las aves es mayor y por lo tanto más fácil de detectar. En cada una de las transectas se tomaron los siguientes datos:

- UE muestreada
- Tipo de transecta (I, II, III)
- Fecha
- Hora de inicio y fin

También se realizaron búsquedas asistemáticas por observación directa e indirecta en varios lugares de la Cuenca. El análisis de los datos se realizó utilizando Microsoft Office 2010 y PAST (Paleontological Statistics Software Package). Para los datos obtenidos por el método de transecta se calculó la diversidad de cada una de las UE utilizando el índice de Shannon-Wiener (Begon *et al.* 2006) que es definido por la ecuación:

$$H' = -\sum p_i \ln p_i$$

Donde p_i es la abundancia proporcional (n_i/N ; siendo n_i el número de individuos de la especie i y N el número total) de la especie i .

Debido a que las diferencias en el tamaño del muestreo influyen la riqueza y la abundancia de las comunidades evaluadas (Magurran 1988), de las 16 transectas realizadas se seleccionaron 3 por UE para que no hubiera un desvío que afectara los resultados.

Para que los muestreos sean comparables, el criterio de selección estuvo basado en la proximidad de las transectas entre sí y por ende en la homogeneidad del hábitat. Las transectas seleccionadas fueron UE Herbácea: T5, T6 y T14; UE Arbustiva: T1, T2 y T3, UE *Nothofagus*: T10, T11 y T12. Para el análisis de riqueza y abundancia se utilizaron las mismas transectas antes nombradas y en la UE Antrópica las T7, T15 y T16.

La clasificación taxonómica y secuencia sistemática seguida fue la de Remsen *et al.* (2011). El número total de aves presentes en la Provincia de Santa Cruz se estimó según Darrieu *et al.* (2008a, 2008b y 2009) y se complementó con información de la Secretaría de Minería de la Nación (2011). Entendiendo la gran capacidad de desplazamiento de la mayoría de las aves, pero debido a la falta de información precisa de las especies presentes en la cuenca y a una posición moderada por el investigador, la presencia de especies potenciales para la cuenca fue determinada según Darrieu *et al.* (2008a, 2008b y 2009) utilizando un área de 100 km a la redonda de la ciudad de Río Turbio, y las confirmadas como presentes en el área según Darrieu *et al.* (2008a, 2008b y 2009), más la información obtenida de Paz (2009) y, Paz y Whitelegg (2011) y Paz (com. pers.).

Para determinar el estatus de conservación y tráfico de las especies detectadas se utilizaron los criterios internacionales más usados en este tipo de análisis UICN (2014) y CITES (2015) y nacionales (López-Lanús *et al.* 2008).

Para la detección, registro e identificación de las aves y eventos de importancia se utilizaron: binoculares Swarovski EL 8,5X42, cámara fotográfica Canon SX20, GPS Garmin map 276C, iPod Classic, parlante RadioShack 277-1008c, guías de campo (Ridgely & Tudor 1989, 1994, 2009; Jaramillo 2003, Narozky & Izurieta 2003, Rodríguez Mata *et al.* 2006) y voces grabadas (López-

Lanús 2008).

Esfuerzo de muestreo, identificación y categorización de especies

Los muestreos realizados por el método de transecta (véase informe completo Adenda al EsIA realizado por la UTN en 2015) se realizaron en cada una de las 4 UE definidas alcanzando un total de 16 transectas por estación. Durante la estación invierno, las condiciones climáticas ambientales y la condición de los caminos de acceso a los lugares donde las transectas estaban situadas, hicieron imposible la realización de todas ellas. En esta estación se realizaron transectas pertenecientes a las UE: Antrópica (todas sus transectas) y Herbácea (transectas 5, 6 y 14). De esta manera se logró realizar un total de 55 transectas a lo largo del estudio.

La lista completa de aves de presencia confirmada por el estudio realizado por la UTN para la Cuenca Carbonífera de Río Turbio fue de 93 especies. El número de especies detectadas por los investigadores durante las cuatro campañas de monitoreo fue de 63, representando el 67,7% de aquellas de presencia confirmada y el 55,7 % de las esperadas (véase informe completo Adenda al EsIA realizado por la UTN en 2015 para más detalle). Al listado total obtenido de la bibliografía disponible, datos de Paz y Whitelegg (2011) y Paz (com per.) se añadieron dos especies sin registro para el área. Estas son *Agriornis montanus* y *Colorhamphus parvirostris*.

Agriornis montanus fue encontrada en la entrada del Basural de Río turbio durante la Campaña Invierno. El único individuo que fue encontrado probablemente se haya acercado a la ciudad en busca de alimento.

Colorhamphus parvirostris fue encontrado durante la Campaña Otoño en la UE Bosques de *Nothofagus*, más precisamente en la Transecta 12. En este caso se trató de una pareja que fue detectada por sus voces primero, y luego avistadas en la copa de un árbol.

Localización y descripción de áreas de alimentación, refugio y reproducción

En el cuadro 62 se observa el listado de especies identificadas durante el muestreo.

Cuadro N° 62. Especies detectadas por el estudio

Familia	Especie
ANATIDAE	<i>Cygnus melanocoryphus</i>
	<i>Coscoroba coscoroba</i>
	<i>Chloephaga picta</i>
	<i>Chloephaga poliocephala</i>
	<i>Lophonetta specularioides</i>
	<i>Specularis specularis</i>
	<i>Anas sibilatrix</i>
	<i>Anas flavirostris</i>
	<i>Anas georgica</i>

	<i>Anas versicolor</i>
	<i>Anas platalea</i>
	<i>Oxyura jamaicensis</i>
PODICIPEDIDAE	<i>Rollandia rolland</i>
PHOENICOPTERIDAE	<i>Phoenicopterus chilensis</i>
PHALACROCORACIDAE	<i>Phalacrocorax brasilianus</i>
ARDEIDAE	<i>Nycticorax nycticorax</i>
THRESKIORNITHIDAE	<i>Theristicus melanopsis</i>
CATHARTIDAE	<i>Vultur gryphus</i>
ACCIPITRIDAE	<i>Geranoaetus melanoleucus</i>
	<i>Caracara plancus</i>
FALCONIDAE	<i>Milvago chimango</i>
	<i>Falco sparverius</i>
	<i>Falco peregrinus</i>
RALLIDAE	<i>Fulica armillata</i>
	<i>Fulica leucoptera</i>
CHARADRIIDAE	<i>Vanellus chilensis</i>
	<i>Charadrius modestus</i>
HAEMATOPODIDAE	<i>Haematopus leucopodus</i>
SCOLOPACIDAE	<i>Gallinago paraguaiiae</i>
THINOCORIDAE	<i>Thinocorus rumicivorus</i>
LARIDAE	<i>Chroicocephalus maculipennis</i>
	<i>Larus dominicanus</i>
COLUMBIDAE	<i>Columba livia</i>
PSITTACIDAE	<i>Zenaida auriculata</i>
PICIDAE	<i>Enicognathus ferrugineus</i>
	<i>Colaptes pitius</i>
FURNARIIDAE	<i>Campephilus magellanicus</i>
	<i>Geositta rufipennis</i>
	<i>Cinclodes oustaleti</i>
	<i>Cinclodes patagonicus</i>
	<i>Aphrastura spinicauda</i>
	<i>Pygarrhichas albogularis</i>
RHINOCRYPTIDAE	<i>Scytalopus magellanicus</i>

TYRANNIDAE	<i>Elaenia albiceps</i>
	<i>Anairetes parulus</i>
	<i>Lessonia rufa</i>
	<i>Agriornis montanus</i>
	<i>Muscisaxicola maclovianus</i>
	<i>Muscisaxicola capistratus</i>
	<i>Xolmis pyrope</i>
	<i>Colorhamphus parvirostris</i>
HIRUNDINIDAE	<i>Tachycineta meyeri</i>
TROGLODYTIDAE	<i>Troglodytes aedon</i>
TURDIDAE	<i>Turdus falcklandii</i>
MOTACILLIDAE	<i>Anthus correndera</i>
EMBERIZIDAE	<i>Zonotrichia capensis</i>
	<i>Phrygilus gayi</i>
	<i>Phrygilus patagonicus</i>
	<i>Sicalis lebruni</i>
ICTERIDAE	<i>Curaeus curaeus</i>
	<i>Sturnella loyca</i>
FRINGILLIDAE	<i>Carduelis barbata</i>
PASSERIDAE	<i>Passer domesticus</i>

Fuente: elaboración propia en base a recopilación de antecedentes UTN (2011 y 2015).

Cabe resaltar que esta tabla es sólo indicativa de lo detectado a lo largo de este estudio, por lo que se prevé el uso de hábitats por parte de estas especies puede ser más amplio.

Especies migradoras

Las especies migradoras son de particular interés en el estudio de las aves debido a su importancia ecológica y sus estatus de conservación. A continuación se listan las especies consideradas migratorias según Chesser (1994) cuya presencia fue confirmada por este estudio.

Dentro de la Cuenca Carbonífera de Río Turbio se ha confirmado la presencia de algunas especies con algún estatus de conservación considerada importante o al menos de interés para este estudio.

Utilizando el criterio de UICN no se registraron especies globalmente amenazadas pero si cuatro (4,3%) especies con un estatus Casi Amenazado (NT, Near Threatened). Diecinueve (20,4%) especies son las incluidas en los Apéndices CITES con dos de ellas en el Apéndice I, diecisiete en el II y diez (10,7%) especies con estatus de conservación nacional (López-Lanús

2008) considerado de importancia para este estudio: tres de ellas Amenazadas y siete consideradas Vulnerables.

Del total de la lista de 93 especies de presencia confirmada para la Cuenca tan sólo 37 fueron detectadas por los métodos sistemáticos de transecta. A continuación se presenta la imagen 99 de acumulación de especies para las 4 estaciones.

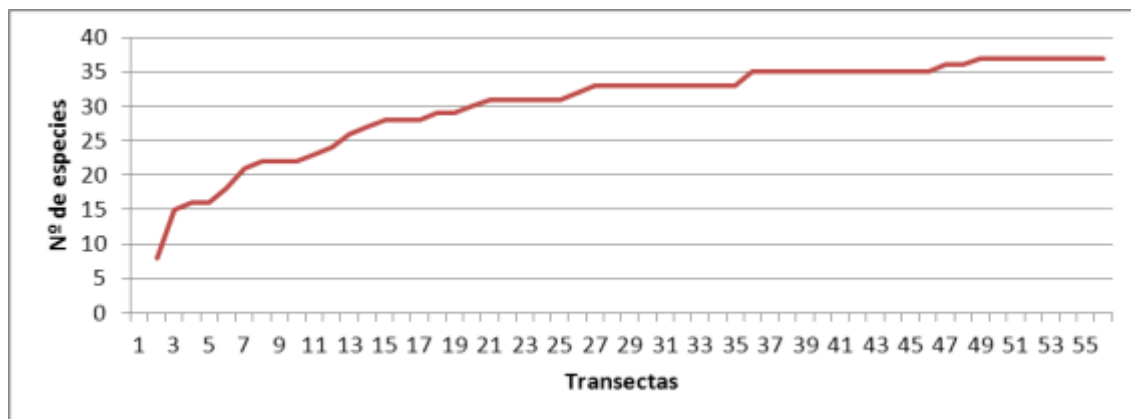


Imagen Nº 99. Curva de acumulación de especies durante las 4 campañas estacionales
Fuente: elaboración propia en base a recopilación de antecedentes UTN (2011 y 2015).

Riqueza y abundancia en las aves

Cada UE representa un ecosistema distinto y en muchos casos, limitante para las especies en cuestión. La UE con mayor riqueza específica total (incluye muestreos sistemático y asistemáticos) fue la Antrópica con 46 especies, seguida por Bosques de *Nothofagus* y Herbácea con la misma cantidad (19 especies) y finalmente la Arbustiva (9 especies) (imagen 100).

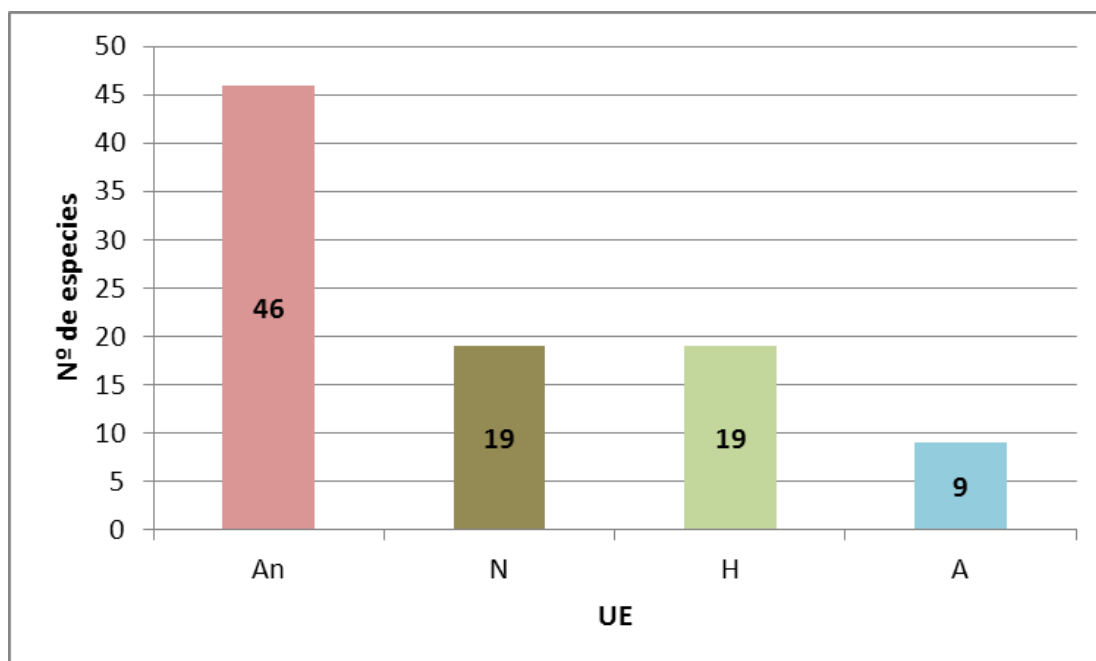


Imagen Nº 100. Número de especies por Unidad Ecológica acumuladas en las cuatro campañas
Fuente: elaboración propia en base a recopilación de antecedentes UTN (2011 y 2015).

Al analizar estos datos se debe considerar que los mismos tienen un desvío no mensurable que está basado en la cantidad de transectas realizadas y el tiempo pasado en cada una de las UE. Esta riqueza específica de cada una de la UE está determinada por un elenco de aves característico de cada una de ellas. La UE Antrópica tuvo 30 especies exclusivamente presentes en esta unidad, mientras que la UE Bosques de *Nothofagus* tuvo 9 y la Herbácea tuvo 4. A continuación se presenta el detalle de cada una de las especies exclusivas de cada UE (cuadro 63).

Cuadro N° 63. Especies exclusivas de cada UE

UE	Especie
Antrópica	<i>Cygnus melanocoryphus</i>
	<i>Coscoroba coscoroba</i>
	<i>Chloephaga poliocephala</i>
	<i>Lophonetta specularioides</i>
	<i>Specularias specularis</i>
	<i>Anas sibilatrix</i>
	<i>Anas flavirostris</i>
	<i>Anas georgica</i>
	<i>Anas versicolor</i>
	<i>Anas platalea</i>
	<i>Oxyura jamaicensis</i>
	<i>Rollandia rolland</i>
	<i>Phoenicopterus chilensis</i>
	<i>Phalacrocorax brasilianus</i>
	<i>Nycticorax nycticorax</i>
	<i>Theristicus melanopsis</i>
	<i>Fulica armillata</i>
	<i>Fulica leucoptera</i>
	<i>Charadrius modestus</i>
	<i>Haematopus leucopodus</i>
	<i>Gallinago paraguaiae</i>
	<i>Chroicocephalus maculipennis</i>

	<i>Larus dominicanus</i>
	<i>Cinclodes patagonicus</i>
	<i>Agriornis montanus</i>
	<i>Muscisaxicola maclovianus</i>
	<i>Xolmis pyrope</i>
	<i>Anthus correndera</i>
	<i>Sicalis lebruni</i>
	<i>Passer domesticus</i>
Nothofagus	<i>Campephilus magellanicus</i>
	<i>Pygarrhichas albogularis</i>
	<i>Scytalopus magellanicus</i>
	<i>Elaenia albiceps</i>
	<i>Anairetes parulus</i>
	<i>Colorhamphus parvirostris</i>
	<i>Troglodytes aedon</i>
	<i>Phrygilus gayi</i>
	<i>Phrygilus patagonicus</i>
Herbácea	<i>Milvago chimango</i>
	<i>Falco peregrinus</i>
	<i>Geositta rufipennis</i>
	<i>Muscisaxicola capistratus</i>

Fuente: elaboración propia en base a recopilación de antecedentes UTN (2011 y 2015).

Para poder obtener índices de diversidad que permitan comparar los datos relevados en cada una de las UE sólo se utilizan aquellos datos obtenidos de forma sistemática (por transecta) y de acuerdo a lo expresado anteriormente, utilizando las transectas seleccionadas. También se descartan los datos de Invierno de las UE Antrópica y Herbácea. A continuación se presentan las diversidades según el índice de Shannon-Wiener para cada una de las UE y su riqueza específica (cuadro 64).

Cuadro N° 64. Índice de Shannon-Wiener y riqueza por UE

UE	Shannon_H	Riqueza
An	2,359	23

N	2,084	11
H	2,088	10
A	1,623	9

Fuente: elaboración propia en base a recopilación de antecedentes UTN (2011 y 2015).

La riqueza específica obtenida por el método de transectas se muestra a continuación (imagen 101), eliminando así los posibles desvíos de la información presentada en la imagen 100.

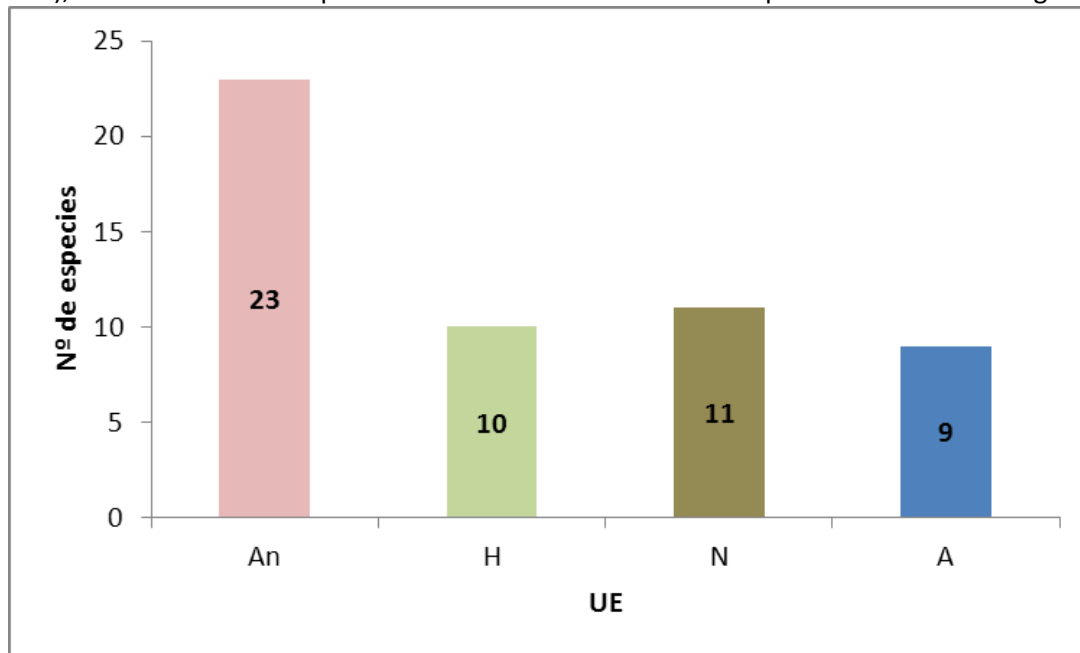


Imagen Nº 101. Número de especies por Unidad Ecológica acumuladas de las cuatro campañas detectadas por transectas

Fuente: elaboración propia en base a recopilación de antecedentes UTN (2011 y 2015).

A continuación se presenta la tendencia de la riqueza específica de cada una de las UE a lo largo del año (imagen 102). En todos los casos esta descende hacia el invierno evidenciando los distintos procesos ecológicos (*e.g.* migración) y la merma en la actividad de las aves. Cabe resaltar que en las UE Bosques de *Nothofagus* y Herbácea no pudieron llevarse a cabo los censos de invierno dado que, como ya se aclaró, las condiciones climáticas ambientales y la condición de los caminos imposibilitaron el acceso a dichos sitios.

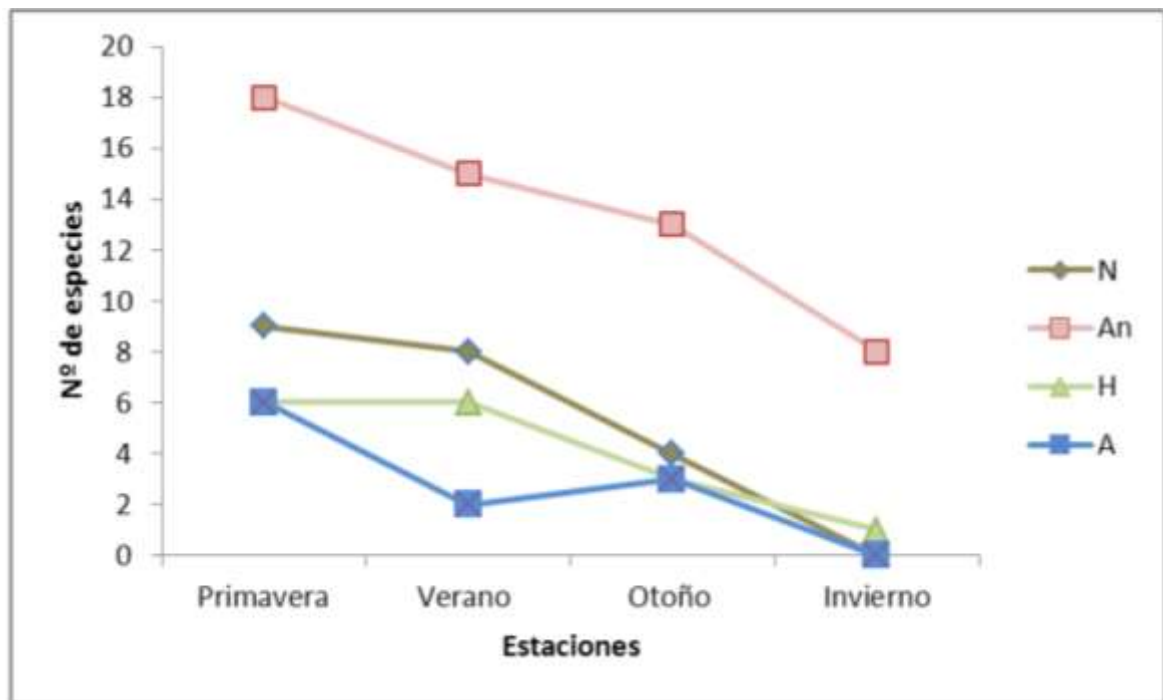


Imagen Nº 102. Riqueza de especies por UE acumuladas de las cuatro campañas estacionales
Fuente: elaboración propia en base a recopilación de antecedentes UTN (2011 y 2015).

Abundancia

Durante el estudio analizado se detectaron por el método de transecta un total de 896 individuos siendo la UE Antrópica la que tuvo el mayor porcentaje (80%) seguido por la UE Bosques de *Nothofagus*, Herbácea y Arbustiva (imagen 103). Esta gran diferencia en la abundancia relativa estaría relacionada a la disponibilidad de ambientes acuáticos y al tipo de fauna asociados a ellos. Cabe resaltar que la Transecta 15 (T15) aportó un total de 461 individuos que representan el 72,8% de la UE Antrópica y el 51,4% del total. Esta transecta se sitúa frente a la laguna que esta frente a las instalaciones de YCRT y al costado de la Escombrera y a unos 4 kilómetros al oeste de la CTRT.

Los números presentados anteriormente incluyen el total de las transectas para cada UE y estación del año según los muestreos realizados. A continuación se presentan los números estandarizados (selección de transectas según Materiales y métodos del EsIA de UTN) para una mejor comparación entre las UE.

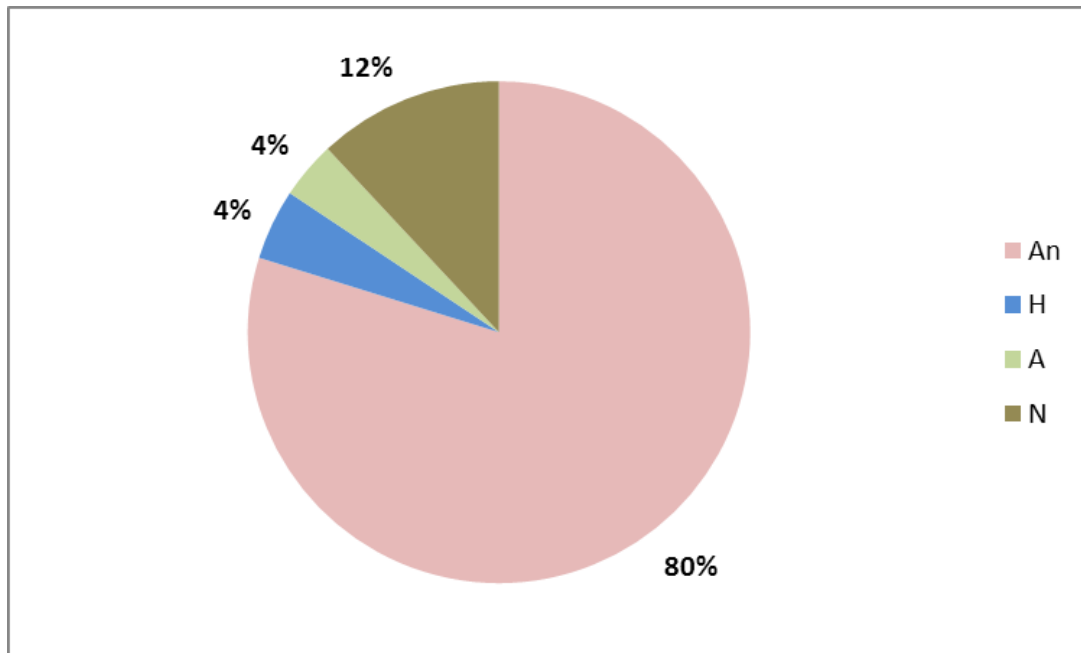


Imagen Nº 103. Abundancia relativa de aves por UE

Fuente: elaboración propia en base a recopilación de antecedentes UTN (2011 y 2015).

En cuanto a la variación estacional de la abundancia nuevamente hay una marcada tendencia descendente hacia los meses más fríos como ocurre con la riqueza específica (imagen 104).

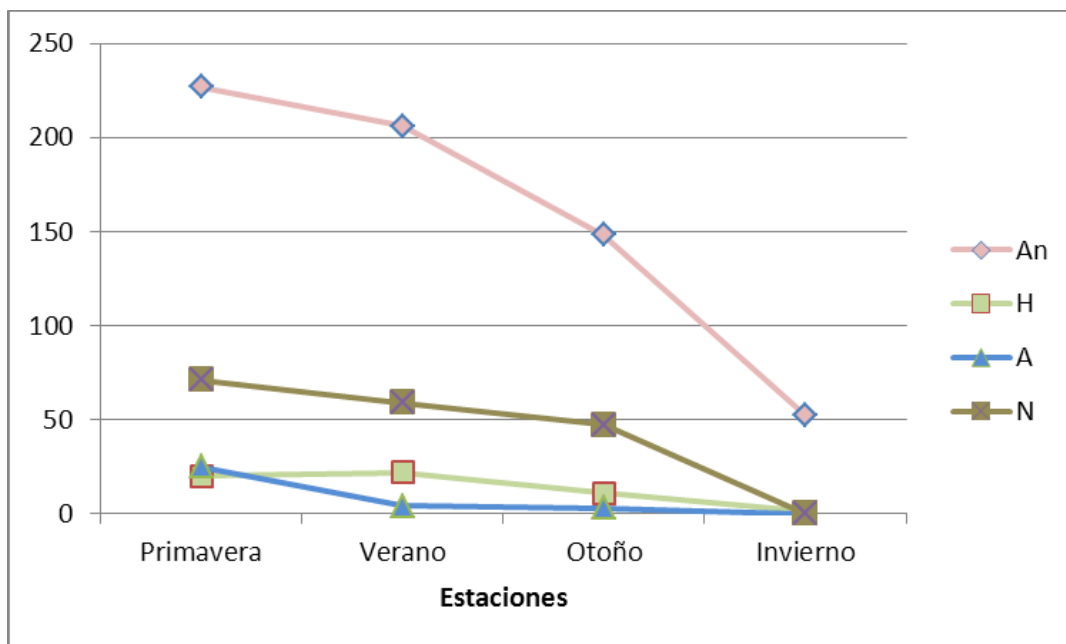


Imagen Nº 104. Número de individuos por UE detectados por transectas en cada estación

Fuente: elaboración propia en base a recopilación de antecedentes UTN (2011 y 2015).

El presente estudio logró conformar una mejor “comprensión” del elenco de aves que se encuentra presente en la Cuenca Carbonífera de Río Turbio. La lista de especies presentes en el área alcanzó un total de 93 especies, dos de las cuales son nuevas citas para la Cuenca (*Agriornis montanus* y *Colorhamphus parvirostris*). Este número representa el 37,9% de la avifauna total de la provincia y un número alentador en cuanto a la diversidad presente en el

área si se tiene en cuenta que, áreas protegidas desde 1937 como el Parque Nacional Los Glaciares, poseen un total de 144 especies (Imberti 2005).

Del total de las especies listadas, 49 de ellas son consideradas migradoras australes. Estas aves que realizan movimientos estacionales desde el sur de Sudamérica hacia o hasta la Amazonia (Chesser 1994) son consideradas relevantes para este estudio debido a su importancia y fragilidad ecológica.

Considerando el estatus de conservación y comercio de las especies listadas, podemos decir que son 25 (26,9% del total) las especies con algún estatus considerado de importancia por este estudio.

A nivel internacional (UICN) no se encontró ninguna especie considerada globalmente Amenazada, pero sí 19 de ellas se encuentran incluidas en los Apéndices CITES. A nivel nacional, el número de especies amenazadas asciende a 10. Dentro de las especies con mayores problemas de conservación es posible destacar a algunas como *Vultur gryphus* (cóndor), *Specularnas specularis* (pato de anteojos) o la *Rhea pennata* (choique).

Vultur gryphus (UICN: NT, CITES: I y CAA: VU)

El cóndor es una especie considerada bandera debido a sus características biológicas, ecológicas, sociales y culturales, y es considerada de potencial turístico para la Cuenca (Ferrari *et al.* 2010). Las poblaciones actuales de Argentina se encuentran en un estado favorable si se las compara con aquellas del norte de Sudamérica (Lambertucci, 2007).

Sin embargo, es una especie muy sensible a disturbios y con ciertos problemas como la matanza por parte del hombre por considerarla erróneamente una especie depredadora, intoxicación con cebos tóxicos, y colisión con tendidos eléctricos, entre otras. Esta especie presenta en el área dos zonas de anidamiento (condoreras) con una población mínima de al menos 80 individuos (Albrieu *et al.* n.d.), lo que hace a la cuenca un área de estudio de importancia para la conservación de la especie.

Los cóndores tienen patrones de vuelo más o menos reconocibles, desde la localidad de 28 de Noviembre vuelan hacia Río Turbio a través del corredor de vuelo de cóndores Sierra Dorotea. Este es un corredor natural que se observa desde la ruta provincial Nº 20 en el tramo entre la rotonda de acceso a Río Turbio y la entrada a la ciudad, los terrenos aledaños quedan mayormente en los dominios YCRT (Morales *et al.* 2022).



Imagen Nº105. Corredor de vuelos de cóndores en la zona de Río Turbio. Fuente: Morales, 2022.

Argentina posee una alta población de cóndores y es uno de los territorios en donde más estudios se han realizado sobre la especie. El Cóndor Andino se distribuye actualmente a lo largo de la Cordillera de los Andes, entre Venezuela y Tierra del Fuego e Isla de los Estados en el sur de Argentina y Chile. Esta especie posee un área de acción muy grande, llegando a volar en un día 200km de un dormitorio a otro o en busca de alimento (Lambertucci, 2007).

El cóndor utiliza sitios específicos para posarse en grupos y nidificar solitariamente. Los dormitorios comunales, denominados condoreras, están ubicados en roquedales con acantilados que ofrecen repisas para perchar y son utilizados para refugio, descanso diurno y pernocte. En ellas se pueden reunir un gran número de individuos, permitiendo estimar valores y tendencias poblacionales (Kusch 2004, Lambertucci et al. 2008). Los nidos, en cambio, se ubican en cuevas o repisas en acantilados distintos de los usados para los dormitorios comunales (Lambertucci y Mastrantuoni 2008, Lambertucci et al. 2008).

La información sobre su reproducción en estado silvestre es muy escasa. En La Patagonia, la reproducción sucede generalmente durante el invierno, aunque el proceso puede comenzar en el verano anterior (Lambertucci y Mastrantuoni 2008).

Los nidos generalmente están ubicados en cuevas o repisas protegidas en paredones verticales, en muchos casos inaccesibles por medio terrestre para los predadores; no obstante, se han encontrado sitios más expuestos, como cuevas en el suelo. En el mejor de los casos la reproducción sucede cada dos años, aunque esto depende de la zona, la oferta de alimento y la situación poblacional (Wallace y Temple 1988).

Su carácter gregario al momento de la alimentación y el pernocte también hacen muy vulnerable a esta especie. Durante la alimentación la reunión de un gran número de individuos en un sitio puntual resulta en una exposición riesgosa para toda la población.

En cuanto a medidas de prevención a tomar para evitar la potencial afectación de cóndores u otras aves como las cauquenes apuntan al relevamiento *in situ* de la presencia de estas especies, para ello se recomienda:

- Patrullajes periódicos del área, tendientes a identificar la posible presencia de cazadores furtivos y/o de cebos tóxicos.
- Patrullajes periódicos del área, tendientes a identificar avistajes de cóndores, y/u otra avifauna de interés, y a observar su comportamiento (vuelo en altura; o bien, eventual descenso para alimentación).
- Patrullajes periódicos del área, tendientes a identificar la posible presencia de carroña en las celdas de disposición de cenizas o sus proximidades, y en tal caso, removerla y/o trasladarla a sitios apartados.

Specularias specularis (UICN: NT; CAA: AM)

El pato de anteojos es una ave migradora (Chesser 1994) cuya población total se encuentra por debajo de los 10.000 individuos y sus subpoblaciones son pequeñas. Según UICN (2011) si la población de esta especie estuviera decreciendo, sería considerada Vulnerable. Según Paz (2009) se encuentran dos parejas durante el verano y luego, durante la época fría, sólo una de ellas permanece en la desembocadura del Dique San José.



Imagen N° 106. Izquierda el pato de anteojos y a la derecha el choique

Fuente: elaboración propia en base a recopilación de antecedentes UTN (2011 y 2015).

Rhea pennata (UICN: NT, CITES: II y CAA: AM)

Las poblaciones de *choique* se encuentran en decrecimiento y las poblaciones del norte de su distribución, en peligro de extinción (UICN 2011). La principal amenaza de las poblaciones patagónicas es la pérdida de hábitat.

A pesar que la presencia de *Chloephaga rubidiceps* no ha sido confirmada en la Cuenca, la proximidad de sitios donde se ha encontrado (e.g. Estancia Rincón de los Morros (51°55'S - 71°30'W) (Imberti *et al.* 2007, Darrieu *et al.* 2008) o Paraje El Zurdo (52°00'S - 71°15'W) (Paz com. pers.) hacen de la Cuenca un sitio potencial de nidificación, alimentación, descanso u otra actividad para esta especie. Esta posibilidad aumenta si se tiene en cuenta la falta de información sobre los movimientos migratorios y sitio de parada de esta especie (Goldfeder & Blanco 2006).

La población de *Chloephaga rubidiceps* actualmente está estimada en menos de 1.000 individuos (Madsen *et al.* 2003, Blanco *et al.* 2006) y su estatus de conservación nacional (EC: En Peligro Crítico) es preocupante. Futuros estudios más detallados harán posible determinar si esta especie hace uso de la Cuenca durante sus movimientos migratorios hacia el centro del país.

Otras especies no contempladas dentro de los criterios hasta aquí utilizados, las cuales son de destacar debido a su distribución restringida (Chehébar *et al.* 2002), son: *Charadrius modestus*, *Atagis maloinus* y *Asthenes anthoides*. *Charadrius modestus* es una especie considerada migradora y se han encontrado individuos con plumaje nupcial y juvenil en la zona del Dique San José (Paz y Whitelegg 2011 y el presente estudio). Este tipo de reportes podría sugerir la nidificación de la especie en el área (Paz com. pers.). *Atagis maloinus* es una especie considerada como Vulnerable por CAA (López-Lanús 2008) y puede ser observada sobre la Meseta La Torre, al igual que *Asthenes anthoides*.

En cuanto a la riqueza específica y abundancia de cada una de las UE, queda claramente evidenciado que la UE Antrópica es la de mayor riqueza, abundancia y diversidad. Esto seguramente se deba a la presencia de cuerpos abundantes de agua (Embalse del Dique San José, río Turbio y arroyos tributarios) y al tipo de fauna asociada a este tipo de recurso. Tal es así que esta UE presenta 30 especies exclusivamente detectadas en ella, la gran mayoría de hábitos acuáticos, en comparación con las 9 especies exclusivas de Bosques de *Nothofagus* y las 4 exclusivas de la Unidad Herbácea.

En lo referido a la estacionalidad de las aves de la zona, queda muy bien determinada en las imágenes 92 y 94. Estos datos coinciden no sólo con la estacionalidad típica de las aves en zonas templadas y frías, sino también con la gran cantidad de especies migradoras que forman parte de la ornitofauna local.

Este ha sido el primer estudio exhaustivo sobre las aves de la Cuenca Carbonífera de Río Turbio. Hasta aquí el número de especies detectadas representa el 78,1% del total de las especies posibles según los estudios más completos para la Provincia de Santa Cruz (Darrieu *et al.* 2008a, 2008b y 2009, según metodología empleada). La riqueza del área conjuntamente con la presencia de algunas aves de importancia turística (*Vultur gryphus*, *Campephilus magellanicus*, *Attagis gayi*, *Attagis malouinus*, *Thinocorus orbignyianus*, *Thinocorus rumicivorus*) podría perfilar al área como un posible destino turístico por parte de observadores de aves.

2.2.4. Mamíferos

Los mamíferos han probado su eficacia como bioindicadores (e.g. Tanabe & Subramanian 2003; Wren 1986) de importancia en estudios ambientales. Diferentes características de su historia de vida, biología, fisiología, importancia como especies cinegéticas y conocimiento acumulado por el hombre, hace de este grupo una “ventana” ideal a través de la cual observar la salud del ambiente.

Argentina se encuentra dentro de los países más diversos de Sudamérica en cuanto al número de especies de mamíferos (Quinto Ceballos & Simonetti 2000) con 386 especies (Barquez *et al.* 2006). La Provincia Fitogeográfica Patagonia (Cabrera 1976) presenta un total de 47 especies de mamíferos contando con 13 endemismos exclusivos y 14 endemismos compartidos (Ojeda *et al.* 2002) por lo que se puede decir que no es un área con alta diversidad de mamíferos.

En la Provincia de Santa Cruz se encuentran un total de 45 especies terrestres de mamíferos (6 de ellas exóticas introducidas) distribuidas en 7 órdenes y 14 familias (Redford & Eisenberg 1992, Canevari & Vaccaro 2007, Novillo & Ojeda 2008) por lo que no es una de las provincias con mayor riqueza teriológica, si no se tienen en cuenta las especies estrictamente marinas. Dentro de estas especies, encontramos dos que son endémicas de Santa Cruz: *Lagidium wolffsohni* y *Ctenomys colburni* (Chehebar *et al.* 2002) y que por lo tanto son consideradas especies de gran importancia a nivel nacional.

Dentro de las especies terrestres amenazadas de extinción presentes en la Provincia de Santa Cruz, es posible nombrar algunas como *Hippocamelus bisulcus* y *Lontra provocax* ambas en Peligro (EN), y varias Vulnerables (VU).

Para la Línea de Base realizada por la UTN, se utilizó el mismo esquema metodológico implementado para los vertebrados anteriores (reptiles, anfibios y aves), realizándose 4 campañas de campo, una en cada estación del año, en las 4 UE (Unidades Ecológicas) representativas del área de la Cuenca Carbonífera, tanto por su importancia ecológica como por su representatividad espacial. Las UE elegidas fueron: Antrópica (An), Bosques de *Nothofagus* (N), Herbácea (H) y Arbustiva (A).

Con el fin de poder obtener información sobre la riqueza y abundancia de las distintas UE que componen el paisaje que rodea la actividad realizada en la Cuenca Carbonífera de Río Turbio, se realizaron relevamientos de mamíferos a través de conteo directo de individuos, fecas y rastros (e.g. huellas, marcas de actividad).

Teniendo en cuenta la importancia del conocimiento de los locales sobre el área de estudio, se recopiló información de charlas y entrevistas informales con personal de YCRT, CTRT y pobladores de la Cuenca, como modificación de técnicas de relevamiento utilizadas por Boddicker *et al.* (2002).

La clasificación taxonómica y secuencia sistemática seguida fue la de Barquez *et al.* (2006) con modificaciones según UICN (2014). La presencia de especies potenciales para la Cuenca fue determinada según Redford & Eisenberg (1992), Canevari & Vaccaro (2007), Gardner (2008) y Chebez *et al.* (2014).

Para determinar el estatus de conservación y tráfico de las especies se utilizaron los criterios internacionales más usados en este tipo de análisis: UICN (2014) y CITES (2014) y nacionales (Díaz & Ojeda 2000).

Para la detección, registro e identificación de los mamíferos y sus rastros se utilizaron: binoculares Swarovski EL 8,5X42, cámara fotográfica Canon SX20, GPS Garmin map 276C, guía de campo (Canevari & Vaccaro 2007).

Identificación y categorización de especies

En el estudio analizado la lista total de especies de presencia confirmada asciende al menos a 12. La incertidumbre respecto al total se basa en que, las especies *Galictis cuja* y *Lyncodon patagonicus* no fueron detectadas visualmente por los investigadores y, debido a que son muy parecidas entre sí, a la dificultad por parte de los pobladores locales de identificarlas y discriminarlas visualmente. Los datos de presencia de hurones son fehacientes pero no fue posible determinar cuál de las dos, o si las dos especies, están presentes. Datos sobre su distribución cercana a la zona de estudio, hacen suponer que ambas especies pueden estar presentes (Prevosti & Pardñas 2001, Prevosti & Travaini 2005).

Debido a la baja riqueza específica del área y los hábitos de vida y comportamiento de los mamíferos presentes tan solo cuatro especies han sido registradas por observación directa o indirecta durante las cuatro campañas. Ellas fueron *Lycalopex griseus*, *Conepatus humboldtii*, *Oryctolagus cuniculus* y *Lepus europaeus* lo que representa el 13,3 % del total de las 30 especies de presencia probable para la zona (cuadro 65).

Pseudalopex griseus fue observado una sola vez durante la primer campaña en un sector de bosque de *Nothofagus* con áreas abiertas cercano al Chiflón 3, acarreado lo que parecía ser una presa. *Conepatus humboldtii* en cambio fue detectada en zonas lindantes a la Hostería Capipe (Julia Dufour) durante una noche de la segunda campaña realizada por el equipo del a UTN.

La presencia de *Oryctolagus cuniculus* (especie introducida) fue determinada mediante evidencia indirecta por la identificación de sus madrigueras en los albardones cercanos al arroyo San José y otros lugares.

A diferencia del resto, *Lepus europaeus* (especie introducida) fue detectada en las cuatro campañas y con registros abundantes en todas las unidades ecológicas a través de evidencias directas e indirectas.

Cuadro N° 65. Especies posibles para la Cuenca Carbonífera de Río Turbio y estatus de conservación

	Orden	Familia	Nombre Científico	PC	UICN	CITES	LR
1	Cingulata	Dasypodidae	<i>Chaetophractus villosus</i>	X	LC	-	PM
2			<i>Zaedyus pichiy</i>	X	NT	-	PM
3	Carnivora	Canidae	<i>Pseudalopex culpaeus</i>	X	LC	II	PV
4			<i>Pseudalopex griseus</i>	X	LC	II	EP
5		Felidae	<i>Leopardus colocolo</i>	X	NT	II	Vu
6			<i>Leopardus geoffroyi</i>	X	NT	I	PV
7			<i>Puma concolor</i>	X	LC	II	PV
8		Mephitidae	<i>Conepatus humboldtii</i>	X	LC	-	PV
9		Mustelidae	<i>Galictis cuja</i>	?	LC	-	PV
10			<i>Lyncodon patagonicus</i>	?	DD	-	PV
			<i>Neovison vison</i>	-			

11	Cetartiodactyla	Camelidae	<i>Lama guanicoe</i>	X	LC	II	PV
12		Cervidae	<i>Hippocamelus bisulcus</i>	-	EN	I	EP
13	Lagomorpha	Leporidae	<i>Oryctolagus cuniculus</i>	X	NT	-	-
14			<i>Lepus europaeus</i>	X	LC	-	-
15	Chiroptera	Vespertilionidae	<i>Histiotus montanus</i>	-	LC	-	NA
16			<i>Lasiurus varius</i>	-	LC	-	NA
17	Rodentia	Cricetidae	<i>Abrothrix hirta</i>	-	LC	-	NA
18			<i>Abrothrix olivacea</i>	-	LC	-	NA
19			<i>Chelemys macronyx</i>	-	LC	-	NA
20			<i>Geoxus valdivianus</i>	-	LC	-	NA
21			<i>Eligmodontia morgani</i>	-	LC	-	NA
22			<i>Loxodontomys micropus</i>	-	LC	-	NA
23			<i>Phyllotis xanthopygus</i>	-	LC	-	NA
24			<i>Oligoryzomys longicaudatus</i>	-	LC	-	NA
25			<i>Reithrodon auritus</i>	-	LC	-	NA
26			<i>Eunoemys chinchilloides</i>	-	DD	-	NA
27		Chinchillidae	<i>Lagidium wolffsohni</i>	-	DD	I	VU
28		Caviidae	<i>Microcavia australis</i>	-	LC	-	NA
29		Ctenomyidae	<i>Ctenomys magellanicus</i>	-	VU	-	IC
30		Echymyidae	<i>Myocastor coypus</i>	-	LC	-	NA
31		Muridae	<i>Rattus norvegicus</i>	-	LC	-	-
32			<i>Rattus rattus</i>	-	LC	-	-
33			<i>Mus musculus</i>	-	LC	-	-

Referencias: UICN (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza): DD (Data Deficient): Dato Insuficientes; LC (Least Concern): Preocupación Menor; EN (Endangered): En Peligro; NT (Near Threatened): Casi Amenazado. CITES (Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres): I incluida en al Apéndice I, II incluida en al Apéndice II, III incluida en al Apéndice III. LR (Libro Rojo de Mamíferos Amenazados de la Argentina): EP: En Peligro; PM: Preocupación Menor; PV: Potencialmente Vulnerable; Vu: Vulnerable; IC: insuficientemente conocida.

Fuente: elaboración propia en base a recopilación de antecedentes UTN (2011 y 2015).

Por otro lado, información aportada por pobladores locales ha sido especialmente relevante para la confirmación de la presencia de gran parte de las especies listadas. Las siguientes especies han sido confirmadas gracias a Cristian Pesin Whitelegg, Franco Paz y personal de YCRT: *Chaetophractus villosus*, *Zaedyus pichiy*, *Pseudalopex culpaeus*, *Leopardus colocolo*, *Leopardus geoffroyi*, *Puma concolor*, *Galictis cuja*, *Lyncodon patagonicus*, y *Lama guanicoe*.

Esto deja en evidencia la importancia del conocimiento local y el aporte que este hace a los estudios de estas características.

Listado de especies amenazadas

Sobre las especies amenazadas (ver cuadro 65) es posible decir que si se tienen en cuenta los tres criterios, un gran porcentaje del elenco de mamíferos grandes presentes en la zona son de interés para este estudio, tanto por su estatus de especies amenazadas, como por su potencial vulnerabilidad. En lo referido al criterio UICN ninguna de las especies de presencia confirmada se encuentran globalmente amenazadas, pero cabe resaltar que 4 (30,7%) de ellas son consideradas Casi Amenazadas (NT). Para al criterio nacional (LR) son 2 las especies consideradas amenazadas (*Lycalopex griseus*, *Leopardus colocolo*) y 7 las potencialmente amenazadas (PV) (58,3%). En cuanto a CITES, 2 especies se encuentran en el apéndice de mayor importancia y 5 en el que le sigue, siendo el porcentaje total de especies incluidas en los apéndices de 58,3%.

Respecto de las especies de micromamíferos, solo *Ctenomys magellanicus* poseen estatus de conservación de interés para este estudio. *Hippocamelus bisulcus* es la especie con mayores problemas de conservación, sin embargo su presencia no ha sido confirmada. En Ea. Stag River, ubicado a 10 km al este de la CTRT, la bibliografía ha confirmado su presencia pero desde hace décadas desaparecieron.

Localización y descripción de áreas de alimentación, refugio y reproducción

Hasta aquí la información obtenida por el estudio de UTN no ha sido lo suficientemente abundante como para poder determinar claramente áreas de uso por parte de los mamíferos detectados. Sin embargo, la bibliografía disponible permite inferir sobre tal cuestión.

Dentro de los mamíferos detectados en campo, dicho estudio resalta la amplitud de hábitats utilizados por *Lepus europaeus* que fue observada en las 4 UE. Esta es una especie introducida en la Argentina en 1888 y en Santa Cruz en 1930 (Ramadori 2006). *Lepus europaeus* tiene una alta plasticidad ecológica y es considerada plaga desde el año 1907. Se cree compite con herbívoros nativos y perjudica la regeneración de bosques nativos (entre alguno de los impactos) y, a su vez, es un recurso importante para la expansión de predadores como *Puma concolor* y zorros de distintas especies, entre los que se encuentran los presentes en el área de estudio (Ramilo 2000).

Oryctolagus cuniculus es la otra especie introducida de las nombradas anteriormente. Los tipos de hábitats en los que se encuentra presente son: estepas, pastizales y ambientes boscosos por lo que podría estar presente en cualquiera de la 4 UE descriptas en este estudio. Esta especie fue introducida en Chile, Tierra del Fuego, y para el año 1936 ya había invadido el territorio completo de la isla (Novillo & Ojeda 2008). Al igual que *Lepus europaeus* esta especie compite con herbívoros nativos, el ganado y perjudica la regeneración de bosques nativos y plantaciones forestales (Bonino 1994, Canevari & Vaccaro 2007, Bonino 2009).

Los dasipódidos tienen cierta preferencia por ambientes abiertos como la UE Herbácea y Arbustiva aunque también pueden encontrarse en áreas modificadas por el hombre (Canevari & Vaccaro 2007).

En lo referido a los cánidos presentes en el área, estos utilizan distintos tipos de hábitats, a

veces viéndose claramente favorecidos por las áreas modificadas por el hombre (Novaro *et al.* 2004) y por ende, pudiéndose encontrar en cualquiera de las UE y mayormente en la Antrópica debido a la mayor disponibilidad de alimento.

El uso de hábitats por parte de las 3 especies de félidos es muy amplio (Sunquist & Sunquist 2002, Macdonald 2010), pudiendo utilizar cualquiera de las UE determinadas por este estudio.

Por otro lado, *Conepatus humboldtii* habita tanto zonas abiertas como bosques (aunque no bosques muy densos) (Nowak 2005) y también se lo puede hallar en zonas urbanas (Canevari & Vaccaro 2007). En el caso de los mustélidos, *Galictis cuja* habita una gran variedad de hábitats (Prevosti & Travaini 2005) incluso zonas rurales y urbanas pero *Lyncodon patagonicus* está restringido a los montes y, estepas arbustivas y gramíneas de zonas áridas y semiáridas (Prevosti & Pardiñas 2001).

Lama guanicoe habita estepas abiertas y raramente se lo ve en bosques (Canevari & Vaccaro 2007). Esta especie se encuentra en la zona de Punta Gruesa y parecería ser la única tropilla presente en la Cuenca (Franco Paz com. pers.). Para el caso de los Chiroptera y Rodentia (todos de presencia no confirmada) se presenta a continuación un cuadro para facilitar el acceso a la información (cuadro 666).

Cuadro Nº 66. Descripción de zona de las especies

<i>Histiotus montanus</i>	Zonas boscosas, ecotonales y estepas
<i>Lasiurus varius</i>	Gran variedad de ambientes.
<i>Abrothrix hirta</i>	Gran variedad de ambientes.
<i>Abrothrix olivacea</i>	Gran variedad de ambientes.
<i>Chelemys macronyx</i>	Bosques cordilleranos, ecotonos, estepa arbustiva y ambientes altonadinos por encima de los bosques.
<i>Geoxus valdivianus</i>	Bosques andinos, ecotonos y ambientes altonadinos por encima de los bosques.
<i>Eligmodontia morgani</i>	Estepas arbustivas y herbáceas.
<i>Loxodontomys micropus</i>	Principalmente zonas boscosas pero también en matorrales, mallines y pastizales densos.
<i>Phyllotis xanthopygus</i>	Especialista de afloramiento y formaciones rocosas aunque esto no parece ser excluyente de otros hábitats.
<i>Oligoryzomys longicaudatus</i>	Gran variedad de ambientes.
<i>Reithrodon auritus</i>	Gran variedad de ambientes.
<i>Eunoemys chinchilloides</i>	Ambientes de peladar en mesetas basálticas o roquedales con arbustos.
<i>Lagidium wolffsohni</i>	Ambientes rocosos y de estepa.
<i>Microcavia australis</i>	Principalmente en tierras bajas y valles de ambientes áridos y semiáridos.
<i>Ctenomys magellanicus</i>	Lugares abiertos en zonas de buen drenaje.

<i>Myocastor coypus</i>	Cuencas lacustres y fluviales.
<i>Rattus norvegicus</i>	Peridoméstico pero con registros de poblaciones en áreas silvestres en Patagonia.
<i>Rattus rattus</i>	Peridoméstico pero con registros de poblaciones en áreas silvestres en Patagonia.
<i>Mus musculus</i>	Peridoméstico pero con registros de poblaciones en áreas silvestres en Patagonia.

Fuente: elaboración propia en base a recopilación de antecedentes UTN (2011 y 2015).

Conclusiones

La Patagonia y, particularmente la provincia de Santa Cruz, no son áreas de alta diversidad de mamíferos si se lo compara con otras provincias argentinas. Las condiciones ambientales imperantes hacen de esta zona un lugar difícil en el que sobrevivir y al que adaptarse, por lo cual la riqueza y abundancia de especies de mamíferos es baja.

Del total de las especies listadas como posiblemente presentes en el área de estudio se logró confirmar al menos la presencia de 12 de ellas (40%), aunque es muy probable que el total ascienda a 13 especies (véase el EsIA de UTN para más detalle).

A pesar de que la bibliografía pertinente sostiene que *Hippocamelus bisulcus* podría estar presente en la zona, el continuo decrecimiento de sus poblaciones en la Patagonia chilena (Povilitis, 2002) y argentina (Smith-Flueck *et al.* 2011) son desalentadores al respecto. Según Povilitis (2002) su distribución actual estaría mucho más restringida (en comparación con las distribuciones actuales sostenidas por Redford & Eisenberg 1992, y Canevari & Vaccaro 2007) en relación a lo que históricamente ocurría. La falta de información e investigación sobre esta especie en el país (Flueck & Smith-Flueck 2006, Smith-Flueck *et al.* 2011) y el principio de precaución asumido por el investigador, hicieron que en este estudio se lo considerase “*de probable presencia*”. Futuros estudios específicos sobre mamíferos podrán esclarecer la situación poblacional actual e histórica de este cérvido en la Cuenca Carbonífera de Río Turbio.

En lo referido a la conservación y comercio de este grupo, y teniendo en cuenta los tres criterios seleccionados, cabe resaltar la importancia del mismo en la fauna de mamíferos grandes. Según UICN tan solo una de las especies se encuentra dentro de las denominadas “especies globalmente amenazadas” y esta es *Hippocamelus bisulcus*, cuya presencia no ha sido confirmada.

Cabe agregar que dentro del criterio de UICN hay cuatro especies que se encuentran Casi amenazadas, sin embargo *Oryctolagus cuniculus* no debería ser considerada ya que es una especie introducida, y una considerada Vulnerable, *Ctenomys magellanicus*. Teniendo en cuenta lo expuesto por CITES, son siete las especies de presencia confirmada que se encuentran en alguno de los apéndices.

Leopardus geoffroyi es la única especie que se encuentra en el Apéndice I de CITES mientras que las otras seis lo hacen en el Apéndice II. En el ámbito local solo 2 especies son consideradas amenazadas (*Pseudolapex culpaeus* En Peligro y *Leopardus colocolo* Vulnerable) pero cabe tener en cuenta que siete especies tienen el estatus de Potencialmente Vulnerables. De este análisis se desprende que la comunidad teriológica de la cuenca es al menos sensible en su estatus de conservación y comercio.

De acuerdo al análisis bibliográfico que se puede hacer respecto de la distribución y utilización

de los hábitats por parte de los mamíferos de la Cuenca, cabe resaltar que prácticamente cualquiera de las unidades ecológicas descritas en este informe podría albergar a cualquiera de las especies listadas. Esto debe ser tenido en cuenta en cualquier acción realizada por CTRT.

Con la casi conformación de la presencia de la mayoría de la especies posibles en el área, los estudios venideros deberían concentrarse en determinar el uso de los distintos hábitats y la abundancia poblacional de cada una de las especies.

La realización de estudios futuros más específicos como:

- El monitoreo prolongado de las poblaciones de mamíferos.
- El estudio de otras áreas consideradas “blanco” o “control” cercanas a la Cuenca que permitan realizar comparaciones con las poblaciones de la Cuenca.
- La utilización de tecnologías nuevas (radiotransmisores, cámaras trampa, localizadores satelitales, etc.) que permitan tener un mapa más detallado de la distribución y usos del hábitat por parte de especies con estatus de conservación importante.
- Debido a que gran parte de los mamíferos presentes son predadores tope de la cadena trófica, la realización de estudios ecotoxicológicos podrán brindar información sobre la salud ambiental de la Cuenca.

2.2.5. Fitoplancton

En el informe realizado por la UTN, se indica que *“la composición de la biota de un ambiente acuático lotico o lentico está determinada por las condiciones ambientales que llevan al hecho de que algunas especies sean más o menos dominantes. La producción primaria (principalmente por actividad fotosintética) y la degradación de la materia orgánica son resultantes de la actividad de microorganismos, principalmente algas y bacterias respectivamente”*.

El componente biológico de los ambientes acuáticos presenta cadenas tróficas, que en algunos casos con alta diversidad llegan a ser bastante complejas. Las sustancias orgánicas presentes en el agua se mineralizan a través de diversos organismos, transformándose en nutrientes, que son liberados al medio y soportan la productividad primaria del sistema, representada por organismos con clorofilas, como las algas y plantas acuáticas, que a su vez proveen la materia orgánica y parte del oxígeno para el resto de la cadena alimentaria, compuesta generalmente por distintos micro- y macro-invertebrados, anfibios y peces”.

Consideraciones del plancton con salud del ecosistema de Río Turbio en el área de influencia

Las algas, por lo general organismos microscópicos acuáticos, son capaces de indicar la calidad del agua gracias a su sensibilidad a los cambios del medio en que viven, por tanto se convierten en un referente del estado ecológico de cualquier sistema acuático (Luján de Fabricius, 2000).

Una de las características más importantes de las algas es su capacidad depuradora del medio ambiente, ya que a través del proceso de fotosíntesis incorporan oxígeno, contribuyendo de esta manera a la oxidación de la materia orgánica por una lado y por el otro, a aumentar el oxígeno disuelto en el agua, el cual será utilizado por las otras comunidades u organismos que componen la flora y fauna del medio acuático.

El monitoreo por medio de bioindicadores, es una alternativa totalmente válida a la

determinación regular de parámetros físicos y químicos, ya que estos confluyen en los organismos estudiados (Ospina Alvarez y Peña 2004).

Las algas de agua dulce suelen ser buenos indicadores de la calidad de agua (Hellawell 1986; Abel 1989; Christie y Smoll 1993; Round *et al.* 1993; Kelly y Whitton 1995; Luján de Fabricius 2000; Toro *et al.* 2003) y su uso como tales se halla bastante extendido.

En general, todo organismo es indicador de las condiciones del medio en que se desarrolla, ya que de cualquier forma su existencia en un espacio y momentos determinados responden a su capacidad de adaptarse a los distintos factores ambientales. Sin embargo, en términos más estrictos, un indicador biológico acuático se ha considerado como aquel cuya presencia y abundancia señalan algún proceso o estado del sistema en el cual habita. Los indicadores biológicos se han asociado directamente con la calidad del agua más que con procesos ecológicos o con su distribución geográfica. Es pertinente aclarar que más que a un organismo, el indicador biológico se refiere a la población de individuos de la especie indicadora y, en el mejor de los casos, al conjunto de especies que conforman una comunidad indicadora.

El concepto de organismo indicador se refiere a especies seleccionadas por su sensibilidad o tolerancia (normalmente es la sensibilidad) a varios parámetros. Usualmente se emplean bioindicadores de contaminación debido a su especificidad y fácil monitoreo (Vázquez *et al.* 1972). Se define a los organismos indicadores como la presencia de una especie en particular, que demuestra la existencia de ciertas condiciones en el medio, mientras que su ausencia es la consecuencia de la alteración de tales condiciones.

La importancia de emplear algas como indicadores biológicos se debe a su relación con la eutrofización. En aguas libres, como los lagos, es el único grupo de organismos que se puede utilizar para investigar el enriquecimiento orgánico.

La toma de muestras es fácil, pero la obtención de muestras cuantitativas es difícil especialmente para formas que estén atadas a rangos químicos y físicos. La tolerancia de las algas a la contaminación orgánica es muy conocida, sin embargo no son útiles como indicadores de contaminación por biocidas o por metales pesados.

Existen muchos ejemplos de algas microscópicas para inferir sobre la calidad de los ambientes acuáticos, estas permiten conocer las fluctuaciones en las masas de agua, lo que ha permitido trascender en la caracterización de especies tolerantes o afines a la materia orgánica y en su capacidad de descomponerla (Luján de Fabricius 2000).

De las microalgas, las diatomeas son preferidas para los monitoreos debido a que es el grupo autotrófico dominante y de simple identificación. Las ventajas de su uso radica en que: son cosmopolitas, algunas especies son muy sensibles a cambios ambientales, otras muy tolerantes, algunas son muy sensibles a cambios ambientales por periodos muy largos, el muestreo es sencillo y rápido, y pueden cultivarse para ser estudiadas en diseños experimentales (Toro *et al.* 2003).

El presente trabajo se basa en los estudios de fitoplancton de la cuenca del río Turbio presentes en el EsIA de UTN, en el marco de la Línea de Base Ambiental de la Mina de Carbón de Río Turbio. Por estar emplazada dentro de la misma área, la información resultante es aplicable a la Central Termoeléctrica de Río Turbio (CTRT).

El objetivo de este trabajo es hacer una evaluación de la comunidad de algas del río Turbio y cursos asociados en las cercanías de la ciudad de Río Turbio y 28 de Noviembre.

Materiales y métodos

El río Turbio es una subcuenca de la cuenca del río Gallegos. Se ubica al Sudoeste de la Provincia de Santa Cruz, forma parte de las nacientes del río Gallegos. Esta subcuenca está separada de las nacientes del río Coig o Coyle por la Cordillera Chica (con alturas que superan los 1.000 m). El Turbio fluye hacia el Sur flaqueando hacia el Oeste por la Cordillera de los Andes, y hacia el Norte y el Este por la Cordillera Chica y la meseta Latorre. Recibe por ambos márgenes las aguas que descienden por las quebradas, drenando la meseta Latorre y la sierra Dorotea.

En las inmediaciones del poblado El Turbio, estribaciones cordilleranas lo desvían hacia el Sudeste y fluye formando un curso sinuoso hasta recibir, por margen derecha, el aporte de la laguna Larga. Aquí son las estribaciones del cerro Zorro, las que le hacen cambiar su rumbo hacia el Este, y escurre por un área flaqueada por vegas, lagunas y bañados temporarios. Tras recibir al emisario del lago Cóndor por margen izquierda, suma sus aguas al Río Gallegos.

Lista de especies

Hasta el momento se han identificado 89 especies de algas de 6 divisiones distintas. El grupo mejor representado es el de las Diatomeas, con 64 especies.

A continuación se presenta la lista de especies (cuadro 67).

Cuadro N° 67. Especies de algas identificadas

División	Especie
Cyanophyta	<i>Anabaena inaequalis</i>
	<i>Anabaena torulosa</i>
	<i>Chroococcus turgidus</i>
	<i>Lyngbya limnetica</i>
	<i>Merismopedia elegans</i>
	<i>Merismopedia glauca</i>
	<i>Oscillatoria formosa</i>
	<i>Oscillatoria limosa</i>
	<i>Oscillatoria princeps</i>
	<i>Spirulina princeps</i>
Chlorophyta	<i>Botryococcus braunii</i>
	<i>Cosmarium botrytis</i>
	<i>Cosmarium reniformis</i>
	<i>Closteriopsis</i> sp.
	<i>Euastrum turgidum</i>

	<i>Microspora crassior</i>
	<i>Scenedesmus</i> sp.
	<i>Sphaerocystis schoeteri</i>
	<i>Spyrogyra mirabilis</i>
	<i>Uronema elongatum</i>
	<i>Achnantes minutissima</i>
	<i>Achnantes</i> sp.
	<i>Amphora lineolata</i>
	<i>Amphora ovalis</i>
	<i>Amphora proteus</i>
	<i>Amphora veneta</i>
	<i>Anomoeneis sphaerophora</i>
	<i>Asterionella formosa</i>
	<i>Cocconeis placentula</i>
	<i>Cyclotella meneghiniana</i>
	<i>Cymbela cistula</i>
	<i>Cymbela minuta</i>
	<i>Cymbela muelleri</i>
Bacillariophyta	<i>Cymbela ventricosa</i>
	<i>Denticula elegans</i>
	<i>Diatoma vulgare</i>
	<i>Diploneis smithii</i>
	<i>Ephitemia adnata</i>
	<i>Ephitemia argus</i> Kütz
	<i>Ephitemia sorex</i> Kütz
	<i>Epithemia turgida</i>
	<i>Epithemia zebra</i>
	<i>Eunotia pectinalis</i>

	<i>Fragilaria ulna</i>
	<i>Fragilaria virescens</i>
	<i>Gomphonema acuminatum</i>
	<i>Gomphonema angustatum</i>
	<i>Gomphonema constrictum</i>
	<i>Gomphonerma elongatum</i>
	<i>Gomphonema lanceolatum</i>
	<i>Gomphonema parvulum</i>
	<i>Gomphonema truncatum</i>
	<i>Gyrosigma</i> sp
	<i>Hantzschia</i> sp.
	<i>Hannaea arcus</i>
	<i>Mastoglia braunii</i>
	<i>Mastoglia elliptica</i>
	<i>Mastoglia ovalis</i>
	<i>Mastoglia smithii</i>
	<i>Melosira nummuloïdes</i>
	<i>Melosira varians</i>
	<i>Navicula cincta</i>
	<i>Navicula cuspidata</i>
	<i>Navicula pygmea</i>
	<i>Navicula pupula</i>
	<i>Navicula radiosa</i>
	<i>Navicula salinarum</i>
	<i>Navicula soodensis</i>
	<i>Nitzschia constricta</i>
	<i>Nitzschia hustediana</i>
	<i>Nitzschia linearis</i>

	<i>Nitzschia palea</i>
	<i>Nitzschia romana</i>
	<i>Nitzschia scalaris</i>
	<i>Nitzschia sigma</i>
	<i>Pinnularia gibb</i>
	<i>Pinnularia maior</i>
	<i>Rhopalodia gibberula</i>
	<i>Rhoicosphaenia curvata</i>
	<i>Rhopalodia gibba</i>
	<i>Rhopalodia parallela</i>
	<i>Stauroneis phenicenteron</i>
	<i>Surirella ovalis</i>
	<i>Synedra minuscula</i>
Euglenophyta	<i>Euglena oxiuris</i>
	<i>Euglena proxima</i>
Chrisophyta	<i>Dinobryon sp</i>
	<i>Sphaerocystis sp</i>
Dinophyta	<i>Peridinium sp</i>

Fuente: elaboración propia en base a recopilación de antecedentes UTN (2011 y 2015).

Conclusiones

Riqueza: si bien no existen muchos antecedentes de la zona de estudio, es posible afirmar que las especies halladas son esperables en esta zona, para cuerpos lóticos continentales.

Dominancia: existe una codominancia de *Cyanophyta* y *Chlorophyta*. Algo esperable para este tipo de cursos de agua.

Diversidad: Los valores de diversidad son medios a altos. Existe una importante diversidad de especies de *Chlorophyta* y *Bacillariophyta pennadas*, grupos que suelen ser sensibles a cambios en las condiciones del agua, por lo cual no es posible establecer afectación en el área de estudio a partir de la diversidad ni de índices algale.

La diversidad es sumamente uniforme en todos los cursos de agua estudiados. Estudios paralelos de similitud muestran además valores altos de Similitud de Morisita, por lo cual se podría afirmar que toda esta cuenca tiene una comunidad algal muy bien definida, y salvo el arroyo Santa Flavia, las especies se reparten en toda la zona de estudio de manera bastante uniforme.

Densidad algal: las densidades son medias a bajas. Esto es lo normal para una cuenca relacionada a un sistema de turberas (a pesar de los valores de pH medidos, que no coinciden con lo esperable para este tipo de ambiente). La baja densidad del arroyo Santa Flavia podría estar relacionada con lo accidentado del curso y con la sombra de los árboles que lo acompañan.

La baja densidad en la zona del puente sobre el Río Turbio podría estar relacionada con la actividad de la mina de carbón y de la población del lugar. Los valores de densidad medidos en la cuenca alta hacen pensar que si se toman medidas sobre las descargas al Río Turbio la recuperación de la comunidad algal puede ser inmediata.

A pesar de que esta cuenca se halla sobre un sistema de turbales, los valores de pH y conductividad altos sugieren la presencia de minerales alcalinos disueltos en el agua o la probable interacción entre ácidos y carbonatos en la zona alta de la cuenca. Como consecuencia la solución resultante podría ser un tampón. Esto explicaría las escasísimas variaciones en el pH.

2.2.6. Zooplancton

Actualmente se da la paradoja de que el compuesto más abundante de la biósfera, el agua, es uno de los más escasos para el ser humano. Ya no es posible beber o bañarse en cualquier cuerpo dulceacuícola sin antes conocer su estado. Los ecosistemas dulceacuícolas, aunque funcionan de la misma manera que los terrestres, son muy diferentes en cuanto a los organismos participantes en el ciclo de la materia.

El plancton constituye una comunidad importante que está ampliamente distribuida en los ambientes acuáticos. Sus integrantes pueden ser divididos en una porción autótrofa y una heterótrofa. La porción autótrofa, llamada fitoplancton (productores primarios), está formada por algas azules (cianobacterias), peridineas, diatomeas y algas verdes, entre otras. Estas algas transforman la energía solar en energía química para el desarrollo de la vida en el medio acuático.

Dado el tamaño del fitoplancton los consumidores de este grupo son principalmente invertebrados, peces y aves. En la porción heterótrofa, denominada zooplancton, se encuentran los consumidores, tanto herbívoros como carnívoros. Todos estos organismos viven en suspensión en el agua y casi todos los miembros del zooplancton tienen una cierta capacidad de desplazarse. Estas cadenas tróficas límnicas son más cortas y simples que las terrestres, pero aumentan su complejidad cuando se trata de ecosistemas ribereños con macrófitas.

El estudio estructural y funcional de los ecosistemas dulceacuícolas se ve facilitado por la relativa claridad de los límites y su diferenciación de los ecosistemas terrestres. Además, ellos presentan diferentes tamaños, lo que permite variar la escala de los experimentos naturales. Su tamaño les impide generalmente contrarrestar los efectos de los oleajes y las corrientes de agua. Esto hace que la distribución del plancton sea ampliamente heterogénea y variable en el tiempo y en el espacio, lo que vuelve complicadas las estimaciones de densidad.

En la zona pelágica o limnética encontramos la comunidad planctónica formada por el fitoplancton y el zooplancton. Entre los zooplanctones encontramos ciliados, rotíferos, cladóceros y copépodos.

Los vertidos contaminantes pueden provocar profundas modificaciones en los componentes físico-químicos de los medios acuáticos receptores y en las comunidades que habitan dichos medios. La polución de las aguas dulces es la más diversificada, puesto que a todas las secuelas de la contaminación terrestre (cloacas, fertilizantes, fungicidas, etc.) se añade un

extraordinario número de desechos de todo tipo (Leynaud 1979).

Los estudios sobre la diversidad de la biota acuática es una de las herramientas para evaluar la calidad del agua y del impacto de las actividades del hombre sobre el ambiente, ya que la abundancia y la diversidad de los protistas pelágicos nos podrían indicar el estado trófico del ecosistema (Lynn y Gilron 1992). La estructura de las poblaciones y la sucesión natural de los grupos planctónicos resultan los mejores indicadores del estrés por contaminación, especialmente por hidrocarburos y metales (Curds 1982). Esto se debe a que las sucesivas adaptaciones de las comunidades a las condiciones de deterioro se manifiestan en la predominancia de ciertos grupos en detrimento de otros. Estas manifestaciones proveen las evidencias más importantes.

Al igual que lo expresado en el capítulo de Fitoplancton, la información obtenida a partir de los trabajos realizados para el Estudio de Impacto Ambiental de la Mina de carbón de Río Turbio, es aplicable al ámbito de la Central Termoeléctrica por estar en sus inmediaciones. A su vez, la información resultante de los Monitoreos de Biodiversidad que se realizan regularmente sirvió para complementar la información, tal como se indica en el estudio de UTN.

Materiales y métodos

Con la intención de poder interrelacionar y tener una visión holística de las comunidades acuáticas en futuras evaluaciones se implementaron los mismos puntos de muestreos para el fitoplancton y bentos.

El recuento del plancton se realizó tomando una parte de la muestra denominada alícuota, que se observó bajo microscopio en una cámara de volumen conocido. Se utilizó el método de cámara (tipo Sedgwick-Rafter) cuyo volumen es de 1 ml para el zooplancton. El error de recuento que se acepta es de hasta un 20%.

Los resultados se expresan en número de individuos por litro para el zooplancton.

Toma de muestras: Las muestras de zooplancton fueron tomadas con redes de 20 μ con contenedor de 200 ml. El volumen filtrado fue de 5 l. Las muestras fueron luego colocadas en envases de 250 ml y fijadas con formaldehído al 4%.

Se estudió la fracción del microzooplancton, la cual comprende organismos acuáticos entre 20 y aproximadamente 200 μ m. Esta comunidad está formada por diversos protozoarios y pequeños metazoos, tales como rotíferos.

Lista de especies

Las especies registradas durante los muestreos se presentan en el cuadro 68.

Cuadro N° 68. Especies de zooplancton identificadas

Taxa

Mastigozoa

Codosiga sp.

Rhizopoda

Amoeba sp.

Arcella sp.

Diffugia sp.

Centropyxis sp.

Cyclopyxis sp.

Euglypha sp.

Ciliophora

Blepharisma sp.

Coleps sp.

Condilostoma sp.

Didinium sp.

Frontonias sp.

Halteria sp.

Lacrymaria sp.

Paramecium sp.

Rhabdostyla sp.

Vaginicola sp.

Rotatoria

Brachionus sp.

Colurella sp.

Euchlanis sp.

Rotaria sp.

Lecane sp.

Lepadella sp.

Fuente: elaboración propia en base a recopilación de antecedentes UTN (2011 y 2015).

Conclusiones

Los cuerpos dulceacuícolas sufren afectaciones principalmente debido a:

1. Los depósitos de sedimentos por las malas prácticas agrícolas.
2. La descarga de sustancias tóxicas algunas veces de origen industrial.
3. Las aguas servidas, que aportan nutrientes, los que, junto con los que provienen de la agricultura, contribuyen a incrementar la eutrofización.

4. Los líquidos tóxicos percolados desde basurales que llegan a los cursos de agua sin el debido tratamiento.
5. La acuicultura, especialmente la crianza de salmones (trucha arco iris) que contribuye a la eutrofización de los lagos (aguas arriba del río Rubens, lado chileno).
6. El exceso de fertilizantes nitrogenados resultantes de actividades ganaderas que son vertidos a los cuerpos dulceacuícolas y que contaminan las napas freáticas, contribuyendo a su eutrofización. Los pesticidas agrícolas contaminan las aguas, que se tornan peligrosas para los seres humanos.
7. Localmente el efecto de las actividades extractivas

La situación descripta se ve agravada por los cambios climáticos, que alteran el caudal de los ríos de montaña por el deshielo muy notable en la zona.

Por otra parte, la necesidad de conservación de la diversidad biológica presenta varios niveles:

1. La conservación de variabilidad genética a nivel molecular.
2. La conservación de especies a nivel orgánico.
3. La conservación de ecosistemas a nivel ecológico.
4. La conservación in situ, ya que la diversidad de hábitats que conforman el paisaje tanto acuático como terrestre es necesaria para preservar las especies y la variabilidad genética.

Por lo tanto, los cuerpos dulceacuícolas son fáciles de diferenciar con respecto a su ambiente, pero su conservación se complica por el aporte permanente de sustancias alóctonas.

A continuación se detallan algunas conclusiones respecto de lo analizado a lo largo de este estudio:

- Los valores de diversidad fueron muy similares en los siete puntos de muestreo.
- Los valores de riqueza específica varían entre 4 (muestreo 4 del P7) y 12 (muestreo 1 del P6). Estos valores son acordes a las características del ambiente y a la situación actual de los ríos de la zona.
- Desde el punto de vista taxonómico, se identificaron 23 taxones de zooplancton: 1 correspondió a Mastigozoa, 6 a Rotatoria, 10 a Ciliophora y 6 a Rhizopoda.
- Los Ciliophora se desarrollan exitosamente en condiciones de abundante materia orgánica disuelta, tenores bajos o nulos de oxígeno y gran cantidad de bacterias que les sirven de alimento.
- A los Rhizopoda se los registra dentro de un amplio rango de temperatura y en cuanto al pH, habitan en aguas desde alcalinas a francamente ácidas (pH 4 a 6,5).

Se concluye que la composición específica y los parámetros ecológicos de la comunidad muestran correspondencia con el tipo de ambiente.

2.2.7. Bentos

Los posibles efectos de una alteración de las condiciones del medio donde una comunidad habita pueden evidenciarse a diferentes niveles. A los indicadores que no detectan cambios estructurales se los denomina Biomarcadores para diferenciarlos de los Bioindicadores que sí detectan estos cambios.

El uso de los macroinvertebrados acuáticos, en particular de los insectos, como indicadores de

calidad de agua de los ecosistemas (ríos, lagos o humedales) está generalizándose en todo el mundo (Domínguez y Fernández, 2009). Cabe destacar que en la Unión Europea el sistema de monitoreo y evaluación de la calidad del agua es llevado a cabo con indicadores biológicos (DOCE, 2000).

En Argentina, la mayoría de los estudios sobre el complejo bentónico son referidos a ambientes lénticos, siendo escasos los conocimientos sobre el tema en los lóticos.

Los macroinvertebrados son los organismos más usados como bioindicadores debido a su amplia distribución, a la posibilidad de muestrearlos de manera fácil y económica, a su taxonomía bien establecida a nivel de familia, y a la sensibilidad de muchos taxa a los distintos tipos de contaminación, entre otros factores.

La actividad humana ha afectado los ríos y arroyos en todas partes del mundo de tal forma que actualmente es extremadamente difícil encontrar un curso de agua que no haya sido alterado de algún modo, y es probablemente imposible encontrar un río inalterado (Hynes, 1970).

El objetivo del presente trabajo es hacer una evaluación preliminar de la comunidad de macroinvertebrados bentónicos del río Turbio y cursos asociados en las cercanías de la ciudad de Río Turbio, Provincia de Santa Cruz.

Materiales y métodos

Con la intención de poder interrelacionar y tener una visión holística de las comunidades acuáticas en futuras evaluaciones se implementaron en el estudio analizado de UTN los mismos puntos de muestreos para el zooplancton y bentos.

Entre noviembre de 2010 y julio de 2011 se muestrearon 7 puntos en la zona de influencia de YCRT (zona que también comprende a la CTRT), distribuidos de la siguiente forma: dos en el río Turbio, uno en el Arroyo Primavera, uno en el arroyo Santa Flavia y tres en el arroyo San José.

Las muestras para el análisis de zoobentos fueron tomadas con muestreador tipo “red con armazón en forma de D”, de 40 cm de ancho por 30 cm de alto, y 40 cm de profundidad de red, que lleva adosado un mango lo suficientemente largo que permite trabajar apoyándolo sobre el lecho mientras se remueve la zona bentónica. El tamaño de la malla es de 400 micrones. Se tomó una muestra por cada estación. Las mismas fueron luego colocadas en envases de 250 ml y fijadas con formaldehído al 4%.

Para la identificación de los taxones encontrados se utilizó una lupa estereoscópica y un microscopio binocular. Se usaron las claves taxonómicas Domínguez y Fernández (2009).

Lista de especies

A continuación se presenta la lista de taxa registrados por los investigadores de la UTN en la totalidad de los puntos de muestro:

- Phylum: Arthropoda - Subphylum: Hexapoda - Clase: Insecta - Orden: Plecoptera - Familia: Gripopterygidae.
- Phylum: Arthropoda - Subphylum: Hexapoda - Clase: Insecta - Orden: Ephemeroptera - Familia: Leptophlebiidae - Género: *Meridialaris*.
- Phylum: Arthropoda - Subphylum: Hexapoda - Clase: Insecta - Orden: Ephemeroptera - Familia: Baetidae - Género: *Andesiops*.
- Phylum Annelida - Subphylum: Clitellata - Clase: Oligochaeta.
- Phylum Mollusca - Clase: Gastropoda.
- Phylum: Arthropoda - Subphylum: Hexapoda - Clase: Insecta - Orden: Diptera - Familia:

Chironomidae.

- Phylum: Arthropoda - Subphylum: Hexapoda - Clase: Insecta - Orden: Diptera - Familia: Simuliidae.
- Phylum: Arthropoda - Subphylum: Hexapoda - Clase: Insecta - Orden: Diptera - Familia: Tipulidae.
- Phylum: Arthropoda - Subphylum: Hexapoda - Clase: Insecta - Orden: Trichoptera - Suborden: Integripalpia - Familia: Limnephilidae.
- Phylum: Arthropoda - Subphylum: Hexapoda - Clase: Insecta - Orden: Trichoptera - Suborden: Spicipalpia - Familia: Glossosomatidae.
- Phylum: Arthropoda - Subphylum: Crustacea - Clase: Malacostraca - Superorden: Perecarida - Orden: Amphipoda - Familia: Hyalellidae - Género: *Hyalella*.
- Phylum: Arthropoda - Subphylum: Crustacea - Clase: Maxillipoda - Subclase: Ostracoda.
- Phylum: Arthropoda - Subphylum: Crustacea - Clase: Maxillipoda - Subclase: Copepoda - Orden: Harpacticoida.
- Phylum: Arthropoda - Subphylum: Chelicerata - Clase: Arachnida - Subclase: Acari.

Conclusiones

Los muestreos en los diferentes puntos han demostrado que las comunidades de invertebrados bentónicos acuáticos estarían en condiciones relativamente aceptables. Es probable que varios factores antrópicos estén modelando la composición de las comunidades, entre los que se pueden nombrar:

1. La gran cantidad de RSU (residuos sólidos urbanos); también se observan residuos contaminantes, pilas, baterías, electrodomésticos, neumáticos, entre otros, en los cursos de aguas de la localidad.
2. El sobrepastoreo del abundante ganado, que con su materia orgánica estaría aportando a los cauces un alto contenido de nitrógeno y carbono.
3. El registro de la trucha marrón (*Salmo trutta*) estaría indicando que se trata de comunidades acuáticas afectadas por un importante depredador que presenta un alto grado de omnivoría (consume presas de varios niveles tróficos). Esta especie aprovecha además fuentes de carbono de origen planctónico (copépodos y cladóceros) y bentónico (anfípodos). La reducción de la abundancia de crustáceos planctónicos o bentónicos por efecto de la depredación podría derivar indirectamente en cambios en la productividad primaria (Lancelotti, 2009). Además, las truchas incrementarían la movilización de nutrientes, provocando por ejemplo variaciones en las concentraciones relativas de fósforo y nitrógeno, lo que podría afectar la dinámica poblacional de copépodos y cladóceros, parte importante del zooplancton.
4. Debido a que las truchas son depredadores visuales, algunas características limnológicas pueden moderar los efectos de la depredación. La presencia de macrófitas y rocas litorales representan refugios efectivos para los organismos pelágicos y bentónicos respectivamente, mientras que la turbidez disminuye la capacidad de detección de las presas. Estas características a la vez pueden variar estacionalmente generando “refugios” temporales para estas presas y que de esta forma no se llegue a su extinción.
5. Otro factor a destacar es la falta de cobertura de los bosques de ñire y lenga cercanos a los ríos en la zona disturbada por fuego; esta cobertura se encuentra en un proceso de recuperación después de los incendios que se produjeron en la zona. La importancia de estos bosques radica en que regulan el ingreso de materiales al río y

por lo tanto también estarían modificando la comunidad.

2.2.8. Peces

Yacimientos Carboníferos Río Turbio (incluyendo a el área de la mina y de la CTRT y sus alrededores) se encuentra ubicada en la denominada Provincia Patagónica, cuya característica ictiológica es la presencia de las familias Galaxiidae, Aplochitonidae, Diplomystidae y Trichomycteridae (Ringuelet *et al.* 1967; Ringuelet 1975). La misma presenta una muy baja riqueza específica de especies autóctonas, por el paleoendemismo de sus grupos más representativos y por el relicto de la ictiofauna brasílica (Ringuelet 1975; Arratia *et al.* 1987; Bello y Ubeda 1998).

Los peces autóctonos de la región Patagónica están representados por unas pocas especies (15 en total) de las cuales revisten importancia económica el pejerrey patagónico (*Patagonina hatcheri*) y la perca o trucha criolla (*Percichthys trucha*). Los peces introducidos corresponden a 9 especies del hemisferio Norte y dos provenientes de otras regiones de Argentina.

Entre las especies introducidas, las más ampliamente distribuidas pertenecen a la familia Salmonidae, cuyos primeros antecedentes en la Provincia de Santa Cruz datan de 1908. De las especies introducidas originalmente, sólo 5 se adaptaron: *Salvelinus fontinalis*, *Salvelinus namaycush*, *Salmo salar* var. *Sebago*, *Salmo trutta* y *Oncorhynchus mykiss*. Actualmente se han encontrado salmónidos tales como *Oncorhynchus tshawytscha* (Grosman 1991) y *Oncorhynchus kisutch* ingresados a la Argentina a través de ríos de vertiente pacífica, provenientes de introducciones recientes en Chile. También con fines deportivo-pesqueros se introdujeron dos especies de peces, *Odontesthes bonariensis* (pejerrey bonaerense), nativa, y *Cyprinus carpio* (carpa común, exótica) (Proyecto PASMA 2001).

Esta situación ha afectado gravemente a las poblaciones nativas tanto en la estepa como en la región de los bosques (Paruelo *et al.* 2005). Es así como existen especies vulnerables, como el bagre sapo u otuno (*Diplomistes viedmensis*) y el puyén (*Galaxias platei*) (Chebez 1994).

En abril del año 2000 y como parte del Proyecto de Apoyo al Sector Minero Argentino (PASMA) se realizaron muestreos de peces en el Arroyo Primavera, y en Río Turbio en la localidad de Julia Dufour y la Estancia Glenn Cross. Se determinó la riqueza específica de una sola especie *Salmo trutta*, y los parámetros talla, peso y sexo de los ejemplares (Secretaría de Minería de la Nación 2010).



Imagen N° 107. Sitios de monitoreo estudios anteriores (Secretaría de Minería de la Nación 2010)
Fuente: elaboración propia en base a recopilación de antecedentes UTN (2011 y 2015).

En todos los monitoreos realizados en esa oportunidad (2000-2010) se capturó una única especie, la trucha marrón (*Salmo trutta*), utilizando como metodología principal de colecta, transectas con pesca eléctrica.

A pesar que la bibliografía citada para la cuenca declara que estaría presente el bagre sapo u otuno (*Diplomistes viedmensis*) y el puyén (*Galaxias platei*) (Chebez 1994), no se han registrado colectas de los mismos en los sitios. Las especies introducidas han ocasionado la pérdida de biodiversidad y riqueza específica en ciertos lugares de nuestro continente.

En los monitoreos realizados en el año 2010-2011 por el equipo de la UTN se realizaron distintos puntos de colecta u estaciones coincidentes, en algunos casos, con los puntos citados en los años 2000 y 2010. En esta oportunidad, se incluyeron las estaciones de la cuenca superior a la ciudad de Río Turbio del Arroyo San José, como así también el dique de agua fresca (Dique San José), el cual desemboca cercano a la ciudad de Río Turbio y se encuentra dentro de la Reserva Hidroecológica de la Vega de San José.

Área de Muestreo

Los puntos de monitoreo del equipo de la UTN fueron seleccionados de acuerdo con las diferencias de microhábitat de los sitios y su paisaje. También se consideró tomar muestras en las diferentes zonas de influencia de la Central Termoeléctrica Río Turbio (CTRT) y Yacimientos Carboníferos Río Turbio (YCRT).

Las zonas elegidas son consideradas representativas del área de estudio, englobando el área de la Central y las ciudades de Río Turbio y 28 de Noviembre. Es por ello que se eligieron 4 áreas diferentes distantes unas de otras y por cada área se establecieron 3 sitios diferentes para realizar las transectas, las cuales distaban unas de otras unos 500 m.

Se monitorearon los siguientes puntos:

1. Área 1 (Pc1): Arroyo San José, ubicado en la zona Norte de la ciudad de Río Turbio (51° 31' 38,83" S; 72° 20' 46,44" O) que drena al dique San José.

Este sector corresponde a un área de turbera, el cual es un depósito biogénico compuesto por seres vivos, edafológicamente reconocido (Soil Taxonomy 1998) como suelo orgánico del orden de los Histosol. El sitio tiene una ancho de longitud promedio de 1,20 m y una profundidad promedio de 80 cm.

El sustrato del lecho está constituido por materia orgánica en descomposición y cantos rodados de pequeño tamaño (aproximadamente 2 cm promedio) de aguas Cristalinas.

2. Área 2 (Pc2): Arroyo Primavera (imagen 108). Este sitio está ubicado sobre la Ruta Nacional N° 40 al Este de la ciudad de Río Turbio (51° 29' 14,19" S; 72° 14' 36,33" O).

La zona de estudio corresponde al de un río con características de montaña, con leve inclinación. El sustrato del arroyo está compuesto por cantos rodados de tamaño mediano a chico, de 5 a 10 cm de tamaño promedio aproximadamente. En el lecho del arroyo existen muchos sitios de refugio para la ictiofauna, compuestos por árboles caídos formando remansos de agua en las orillas; de un ancho promedio de 5 m y una profundidad promedio de 45 cm. En los sitios de remansos se midieron profundidades de hasta 1,50 m. La vegetación herbácea de riberas es escasa, quizás debido al sobrepastoreo de animales de granja de la zona; sobre una de las márgenes la vegetación arbórea se observan representantes del género *Notofagus* (ñires y lenga). Es un arroyo de aguacristalina.



Imagen N° 108. Área 2 - Arroyo Primavera

Fuente: elaboración propia en base a recopilación de antecedentes UTN (2011 y 2015).

3. Área 3 (Pc3): Unión del Arroyo San José con el Arroyo Primavera (imagen 109). Ubicado debajo del puente carretero de acceso a la ciudad de Río Turbio, al Sur-Este de la ciudad (51° 32' 37,41" S; 72° 14' 07,83" O).

La zona de monitoreo es similar en tamaño y sustrato rocoso al arroyo Primavera (Área 2), con baja presencia de vegetación riparia, representada por herbáceas. Se observan partículas en suspensión. El agua del sitio es turbia.



Imagen N° 109. Área 3 - Confluencias arroyo San José y arroyo Primavera

Fuente: elaboración propia en base a recopilación de antecedentes UTN (2011 y 2015).

4. Área 4 (Pc4): ubicado aguas abajo del poblado 28 de Noviembre ($51^{\circ}39'08,05''$ S; $72^{\circ}11'14,41''$ O). El sitio presenta una fisonomía que corresponde a un intermedio entre el Área 1 y el Área 3. Es una zona de sin vegetación riparia arbórea, con presencia de herbáceas en sus márgenes. El ancho es semejante a las Áreas 2 y 3 (ancho promedio 5 m) pero de mayor profundidad promedio: 70 cm. La velocidad del agua disminuye en esta zona, a diferencia de las otras 3 áreas descritas en las cuales la velocidad del agua es mayor. El agua del sitio es turbia.



Imagen N° 109. Área 4 - Aguas abajo del poblado 28 de Noviembre

Fuente: elaboración propia en base a recopilación de antecedentes UTN (2011 y 2015).

Las áreas de muestreo anteriormente descritas se pueden observar en la imagen 110.

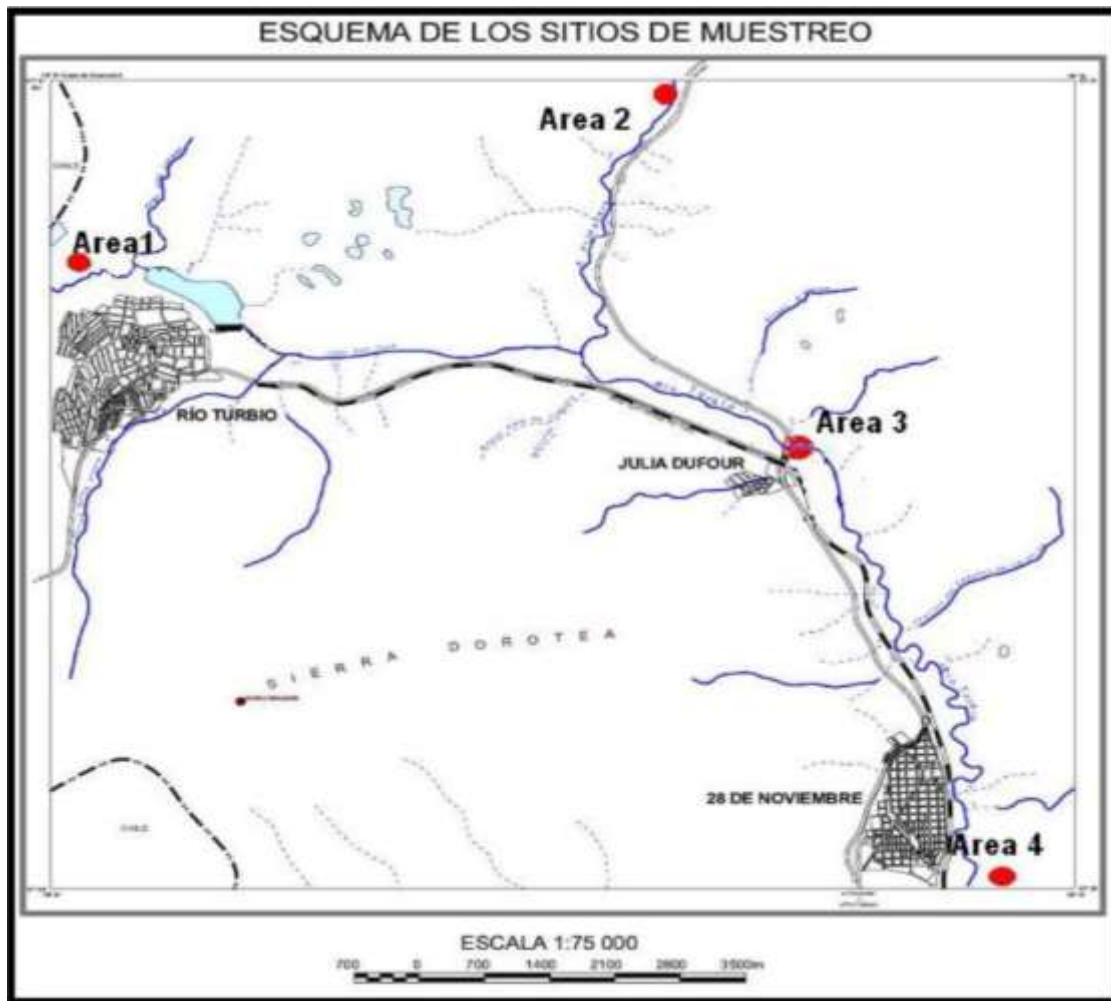


Imagen N° 110. Esquema representativo de los sitios de muestreo.

Fuente: elaboración propia en base a recopilación de antecedentes UTN (2011 y 2015).

Metodología de pesca

Los muestreos se realizaron principalmente durante el período 2010/2011, abarcando las cuatro estaciones del año. Sin embargo, en el marco del Programa de monitoreo de Biodiversidad de la cuenca carbonífera se continuaron los muestreos.

Considerando que los monitoreos de peces con pesca eléctrica resultan (en algunos casos) ser insuficientes bajo ciertas condiciones fisiológicas, físicas y diferencias fisiográficas de las diferentes regiones, como ser arroyos de montaña y en sitios con poca conductividad eléctrica, dicha metodología se descartó para estos monitoreos en particular y se sugirió ampliar la metodología por búsqueda activa por tiempo y forma.

Dependiendo de los microhábitat presentes, se utilizaron varias artes de pesca: redes atarrayas, redes de arrastre, redes de espera, trampas con sebo y recorridos por transectas de observación directa (para el caso de las truchas). Se utilizaron además de los equipos citados, cañas de pesca con carnada viva (lombrices) las cuales arrojaron excelentes resultados en la captura de *Salmo trutta* (Trucha marrón).

Los ejemplares colectados fueron identificados con lupa estereoscópica binocular Nikon de aumento de 40X. Se utilizaron varias claves para la identificación a nivel de especie. Los ejemplares colectados de ambas especies se fijaron con formol al 10% y serán depositados en la colección ictiológica de un museo.

Los métodos empleados fueron rigurosos y aplicados *in situ* de acuerdo a la bibliografía y experiencia profesional.

En el Arroyo San José (incluido dique San José y arroyos relacionados) se realizaron 4 transectas separadas una de otras por 300 a 500 m, con un tiempo estimado de espera en cada una de 45 minutos y observación directa para el uso de atarrayas.

En el Arroyo Primavera se realizaron 4 transectas de 500 metros, con un tiempo estimado de espera de 45 minutos cada una para la observación del cauce. Así mismo, se realizó una apreciación por observación directa. Para los juveniles se utilizaron redes atarrayas de 1.40 m de diámetro y 1 cm de espesor de malla, las cuales fueron arrojadas en las márgenes. Se instalaron redes de espera de enmalle de 6 metros de largo por 1.20 de ancho con un tamaño de malla de 3 cm. Las líneas de pesca utilizadas se arrojaron con cebo vivo (lombrices) y anzuelos para truchas de tamaño pequeño. También se utilizaron trampas de espera con cebo.

En el área 3, correspondiente a la confluencia del Arroyo San José y Arroyo Primavera, se realizaron 4 transectas separadas una de otras por 300 m, con un tiempo estimado de espera de 45 minutos cada una y observación directa para el uso de atarrayas. Se utilizaron redes atarrayas y líneas de pesca.

En el área 4 se realizaron 4 transectas separadas una de otras por 300 metros, con un tiempo estimado de espera de 45 minutos en cada una y observación directa para el uso de atarrayas. Se utilizaron trampas con cebo, atarrayas, línea de pesca con anzuelos y carnada viva y trampas de espera.

Resultados

De los puntos monitoreados se colectaron en el estudio analizado un total de 64 ejemplares adultos y juveniles correspondiente a dos taxas: *Salmo Trutta* (Trucha Marrón) y *Galaxias platei* (Puyen). Cabe destacar que esta última especie no estaba citada para esta localidad, aunque varios autores la citan para otras localidades de la provincia de Santa Cruz. La única cita del género en el sitio corresponde a Franco Paz en su trabajo fotográfico “*Aves del Dique San José*” (2009). En el mismo, se observa una foto de un Biguá (*Phalacrocorax brasilianus*) en el dique San José alimentándose de un Puyen. Paz cita al género *Galaxias* como *G. maculatus*.

Con este hallazgo se estaría ampliando la distribución de esta especie para Patagonia Argentina, con lo cual se amplía por lo tanto el rango de distribución de *Galaxias platei* al arroyo y dique San José de la localidad de Río Turbio, Provincia de Santa Cruz.

Cabe destacar que, en esta oportunidad, esta especie no fue afectada por la presión de depredadores salmónidos (trucha marrón), ya que está aislada y “protegida”, por la presencia de la barrera ecológica/física que le ofrece el dique San José, como así también por el reducido caudal ecológico que el mismo arroja y que se dirige al arroyo Primavera y río Turbio el cual si posee la presencia de trucha marrón.

De las estaciones citadas sólo en el arroyo Primavera se capturaron ejemplares de *Salmo trutta* (Trucha marrón) de mediano a pequeño tamaño y con aparente buen estado sanitario. En la estación correspondiente al Área 1 del arroyo San José y área del Dique San José, se capturó la especie *Galaxia platei*, no encontrándose en esta estación la especie *Salmo trutta* (trucha marrón). En total se colectaron 46 ejemplares de *Galaxias platei* y 18 de *Salmo Trutta*. Sólo 20 ejemplares de estos 64 se fijaron en formol (10%) y van a ser depositados en una colección ictiológica de un museo.

En cuanto al estado de conservación del Puyen grande, *Galaxias platei* es citada como Amenazada a Vulnerable por Bello-Ubeda (1998) y López *et al.* (2003) y recientemente Juan Carlos Chevez la cita como Vulnerable en el libro Los Otros Que Se Van (2009).

En las estaciones 3 y 4 no se capturó ningún ejemplar de las especies mencionadas (trucha y Puyen). Se conoce que la trucha precisa de aguas frías, transparentes y con alto nivel de oxígeno para realizar sus relaciones biológicas y ecológicas. En caso de hallarse truchas en estos sitios podría deberse a acciones de migración o solo situaciones circunstanciales.

Para el caso de la especie Puyen grande (*Galaxias platei*) se sabe que la trucha es un depredador eficiente sobre esta especie y es por ello que no se la encuentra habitualmente en lugares donde habitan los salmónidos. Esto significa que la especie Puyen no es útil como indicador, ya que en realidad la depredación por trucha es quien la regula. Sin embargo, se recomienda seguir realizando monitoreos ictiológicos a fin de determinar el estado de conservación de los mismos en estas áreas.

También se recomienda enfáticamente la “no introducción” de la trucha en el dique San José, ya que pondría en peligro la especie Puyen que se encuentra en dicho lugar. Se recomienda también la difusión y educación hacia la comunidad de Río Turbio y alrededores en este sentido, como una medida para la conservación de especies nativas.

Conclusiones

Resulta de gran importancia ecológica y biológica ampliar los registros de especies encontrados hasta el momento en estos ambientes. El impacto medido es más preciso mientras se tenga mayor certeza acerca de la cantidad de especies presentes.

Con la aparición de especies antes no citadas para el área de influencia de la Central Termoeléctrica, se pueden implementar medidas de conservación para las mismas. Según lo describen y demuestran innumerables trabajos científicos, la trucha marrón (especie introducida) compete con las especies nativas, invadiendo su hábitat y nicho ecológico.

Los objetivos del trabajo de monitoreo no solo estuvieron enfocados en la detección de especies introducidas, sino en la búsqueda de especies nativas con prioridades para la conservación.

El conocimiento de las especies presentes y de sus requerimientos ambientales será de vital importancia para implementar Programas destinados a la conservación de las mismas y al desarrollo de Planes de Manejo de las cuencas hídricas presentes.

2.3. Áreas de especial interés ambiental

En el Cap 9, sección 13 Anexo, punto 6 Planos se presenta el mapa de ambientes. En este sentido fueron mapeadas e incluidas en el análisis localidades y poblados, áreas protegidas, glaciares, cuerpos de agua y grandes humedales contenidos dentro de la escala de análisis regional.

2.3.1. Áreas naturales protegidas

La República Argentina presenta una importante variedad de ecosistemas, siendo uno de los países con mayor biodiversidad específica. Es por ello necesario contar con muestras representativas y viables de todos los ecosistemas, salvaguardándolos a través de Reservas Naturales que aseguren la continuidad de la viabilidad de los ambientes, sin olvidarse de alternativas que integren la necesidad del hombre con la capacidad que tiene la naturaleza para satisfacerlos.

Las áreas protegidas son superficies de tierra o mar y su biota, naturales o semi-naturales, comprendidas dentro de ciertos límites bien definidos, especialmente consagradas a la protección y al mantenimiento de la diversidad biológica, así como de los recursos naturales y culturales asociados. Pueden pertenecer al Estado o ser de propiedad privada, pero siempre deben ser manejadas de acuerdo con normas fijadas por autoridades estatales. Se las denomina también unidades de conservación.

El Sistema Nacional de Áreas Protegidas fue creado por la Ley Nº 12.103 en 1934. Actualmente el sistema se halla regulado por la Ley Nº 22.351, estando el mandato impuesto por el artículo 41 de la Constitución Nacional y el Convenio de Biodiversidad. Se entiende por Espacios Naturales Protegidos aquellas áreas bajo manejo de la Administración de Parques Nacionales (APN) que comprende sus dimensiones naturales y culturales. Tales espacios integran un gran sistema formado por sus territorios, el marco normativo regulador, los medios materiales y humanos, y el sistema necesario para su funcionamiento.

El Sistema Federal de Áreas Protegidas tiene 545 áreas protegidas registradas, se puede observar las diferentes clasificaciones en el siguiente cuadro:

Cuadro Nº 69. Clasificación áreas protegidas

Nacionales		Provinciales		Reconocimiento Internacional	
De jurisdicción nacional bajo la Administración de Parques Nacionales		Áreas protegidas que integran los sistemas provinciales		Áreas protegidas con designación internacional	
Parque Nacional	36	Parque Provincial	58	Sitio Ramsar	23
Parque Interjurisdiccional Marino	3	Reserva Natural	13 3	Reserva de la Biosfera	15
Reserva Nacional	2	Reserva Provincial	32	Patrimonio Mundial	3
Reserva Natural	12	Áreas Municipales	23		
Monumento Natural	4	Áreas Privadas	45		

	Monumento Natural	15		
	Refugio de Vida Silvestre	15		
	Reserva de Uso Múltiple	75		
	Paisaje protegido	19		

Fuente: elaboración propia.

El Sistema Nacional de Áreas Protegidas conserva en su jurisdicción 4 especies declaradas Monumentos Naturales, 36 Parques Nacionales y otras áreas distribuidas a lo largo del territorio nacional. A los efectos del presente estudio son de interés las ubicadas en la Provincia de Santa Cruz. La misma cuenta con diversas Áreas Protegidas de manejo provincial, bajo tres diferentes categorías de manejo:

- Parques Provinciales: áreas a conservar en su estado primitivo.
- Reservas Provinciales: zonas que interesen para la conservación de sistemas ecológicos o mantenimiento de zonas de transición.
- Monumentos Naturales: objetos, especies vivas de animales o plantas, de interés estético o valor histórico o científico, a los que se les acuerda protección absoluta.

Reciben prioridad la conservación de la fauna, flora, principales características fisiográficas, bellezas escénicas y de las asociaciones bióticas del equilibrio biológico. En las Reservas se permiten las actividades industriales, comerciales, instalación de centros urbanos o villas turísticas, pero cumpliendo con las reglamentaciones dictadas por la autoridad competente. Queda prohibida la pesca y caza comercial, y la introducción de especies animales salvajes exóticas.

De conformidad con lo estipulado en la Ley Nº 786/72 la autoridad de aplicación es el Consejo Agrario Provincial.

En la provincia de Santa Cruz se destacan las siguientes áreas naturales protegidas y monumentos:

Cuadro Nº 70. Áreas protegidas de la Provincia de Santa Cruz

Nombre	Categoría institucional	Ecorregión	Categoría UICN	Administración	Año creación	Tipo instrumento legal	Nº Instrumento legal
AVES MIGRATORIAS	Reserva Provincial	Estepa Patagónica	IV	PROV	2001	Ley Prov	2583
BAHIALAURA	Reserva Natural Intangible	Mar Argentino	IV	PROV	1977	Decreto Prov	1561/77
BAHIA SAN JULIAN	Área Uso Limitado bajo Protección Especial	Mar Argentino	V	PRIV	1990	Disposición	15
BLOQUE HERRATICO	Monumento Natural	Estepa Patagónica	III	PROV	2009	Ley Prov	3070
BARCO HUNDIDO	Reserva Provincial	Estepa Patagónica	III	PROV	2002	Ley Prov.	2605

BOSQUES PETRIFICADOS DE JARAMILLO	Parque Nacional	Estepa Patagónica	II	APN	1954	Dec. Nal	7252/54
CABO BLANCO	Reserva Natural Intangible	Mar Argentino	IV	PROV	1977	Decreto Prov.	1561/77
CABO VIRGENES	Reserva Provincial	Estepa Patagónica	IV	PROV	1986	Ley Prov.	1806/86
CERRO CHALTEN	Monumento Natural Provincial	Bosques Patagónicos	III	PROV	2000	Ley Provi.	2550/01
COSTERA DE RIO CHICO	Reserva Municipal Urbana	Estepa Patagónica	II	MUNI	2004	Ordenanza Munic.	5356/04
CUEVA DE LAS MANOS	Patrimonio Nat. y Cultural de la Patagonia	Estepa Patagónica	III	PROV	1999	Decreto Provincial	491
EL RINCON	Reserva Natural Silvestre	Bosques Patagónicos	VI	APN	2016	Decreto Nacional	641/16
ESTANCIALOS HUEMULES	Reserva Privada	Bosques Patagónicos	VI	PRIV	2004	Disposición	13/04
HUMEDAL CALETA OLIVIA	Reserva Provincial	Estepa Patagónica	VI	PROV	2000	Ley Provincial	2563
ISLA DEMONTE LEON	Reserva Provincial	Mar Argentino	VI	PRIV	1986	Ley Provincial	2445
ISLA DESEADA	Área Uso Científico bajo Protección Especial	Estepa Patagónica	VI	PROV	1990	Disposición	s/d /90
ISLA LEONES	Área Uso Limitado bajo Protección Especial	Mar Argentino	VI	PROV	1991	Disposición	720/91
MARINO ISLA MAKENKE	Parque Interjurisdiccional	Mar Argentino	II	APN/PROV	2010		
MARINO ISLA PINGÜINO	Parque Interjurisdiccional	Mar Argentino	II	APN/PROV	2010		
ISLA PINGUINOS	Reserva Provincial	Mar Argentino	VI	PROV	1992	Ley Provincial	2274/92
ISLA SOLITARIA	Reserva Provincial	Estepa Patagónica	VI	PROV	2001	Resolución	1154
ISLAS CORMORAN Y BANCO DE JUSTICIA	Área de Uso Limitado bajo Protección Especial	Mar Argentino	VI	PROV	1990	Disposición	15/90
LA FLORIDA	Reserva Natural	Bosques Patagónicos	VI	PROV	2004	Decreto Provincial	608

LAGUNA NIMEZ	Reserva Municipal	Estepa Patagónica	VI	MUNI	1986	Decreto Municipal	247/86
LOS ESCARCHADOS	Reserva Natural	Estepa Patagónica	VI	PROV	1979	Decreto Provincial	198
LOS GLACIARES	Parque Nacional y Res. Nacional	Bosques Patagónicos	II-VI	APN	1937	Decreto Nacional	105433/37
MESETA ESPINOSA y EL CORDON	Reserva Hidrogeológica	Estepa Patagónica	VI	PROV	1990		
MONTE LEON	Parque Nacional	Estepa Patagónica	II	APN	2002		
MONTELOAYZA	Área de Uso Científico bajo Protección Especial	Estepa Patagónica	I	PROV	2004	Ley Provincial	2737
PATAGONIA	Parque Nacional	Estepa Patagónica	II	APN	2,015	Ley Nacional	27081/15
PENINSULA DE MAGALLANES	Parque y Reserva Provincial	Estepa Patagónica	VI	PROV	2003	Ley Provincial	2316/93
PENINSULA SAN JULIAN	Reserva Provincial	Estepa Patagónica	VI	PROV	1986	Ley Provincial	1821/86
PERITO MORENO	Parque Nacional y Reserva Nacional	Bosques Patagónicos	II-VI	APN	1937	Decreto Nacional	105433/37
PUNTA GRUESA	Reserva Provincial	Bosques Patagónicos	VI	PROV	2002	Ley Provincial	2637
RIA DE PUERTO DESEADO	Reserva Natural Provincial	Estepa Patagónica	VI	PROV	1977	Decreto Provincial	1561/77
SAN LORENZO	Reserva Provincial	Bosques Patagónicos	VI	PROV	1993	Ley Provincial	2334/93
TUCU-TUCU	Reserva Provincial	Estepa Patagónica	VI	PROV	2006		

Fuente: elaboración propia en base a SINAP.

Nota: categorías de Manejo UICN: I Reserva Natural Estricta/ II Parque Nacional/Provincial/ III Monumento Natural/ IV Área de Manejo de Hábitat/Especie/ V Paisaje Protegido

AP bajo la Administración de Parques Nacionales

Reservas privadas

Con relación al área de estudio, las áreas protegidas más cercanas al proyecto son, como ya se mencionó con anterioridad:

- La Reserva Provincial Punta Gruesa, el cual fue creado mediante la Ley 2637 en el año 2002, que en un ambiente dominado por el ñire registra una riqueza de 77 especies de plantas y 39 especies de aves (imagen 111).
- El Área de Reserva Hidroecológica Vega San José creada en el año 1993 por medio del

Decreto 623.

La Reserva Punta Gruesa constituye una reserva forestal que presenta una superficie de 2294 ha, destacándose la presencia de especies de *Nothofagus*, puntualmente Lenga y Ñire. Está ubicada al pie de la Meseta de Latorre, la cual alcanza una altitud aproximada a los 1100 m.s.n.m, en las cercanías de la localidad de 28 de Noviembre en la provincia de Santa Cruz. La Reserva fue creada en el año 2002 a través de la promulgación de la Ley N° 2637, de acuerdo a los términos de la Ley N° 786.



Imagen N° 112. Flora y fauna de la Reserva Punta Gruesa
Fuente: elaboración propia.

La esencia de su creación fue preservar su belleza escénica (imagen 113), sus riquezas en flora y fauna autóctonas (imagen 114), para investigaciones científicas, didácticas y de esparcimiento. El bosque nativo que llega su plenitud en el otoño cuando su follaje se transforma en un rojo ocre, y se recorrer realizando caminatas por el interior de la reserva donde se puede apreciar la avifauna autóctona típica de los Bosques Andinos hasta llegar al pie de la “Meseta Latorre”, el cerro mirador mas alto de la zona con 1100 m.



Imagen N° 113. Belleza escénica en Reserva Punta Gruesa
Fuente: elaboración propia.



Imagen N° 114. Riqueza de flora y fauna de la Reserva Punta Gruesa
Fuente: elaboración propia.

La Reserva Hidrológica Vega San José presenta una superficie de 150 ha aproximadamente ubicada al oeste del área de estudio, posee ambientes típicos de estepa, mallines y bosque rodeado de transición. Es un valle de origen fluvioglacial rodeado de afloramientos de rocas sedimentarias.

La Reserva Hidroecológica San José se localiza a un 1 km de la localidad de Río Turbio, sus coordenadas geográficas son: 51°31'30" latitud Sur y 72°20'12" longitud Oeste (imagen 115). Este embalse fue construido en la década de 1950 sobre el curso del arroyo San José, con el propósito de aprovisionamiento de agua para Río Turbio, quedando posteriormente en desuso. Fue declarada reserva mediante Ordenanza Municipal N°1453 y promulgada por decreto N°623 de la Municipalidad de Río Turbio.



Imagen N° 115. Reserva Urbana Vega San José

Fuente: elaboración propia.

La importancia de las Reservas Urbanas radica en que son espacios destinados a la conservación y la educación que permiten vincular a las comunidades humanas con el medio natural. La temperatura media anual es de 6,3°C; en verano 11,4°C y 2,6°C en invierno, las precipitaciones promedio oscilan alrededor de los 500mm anuales, los vientos preponderantes son del sector Oeste - Noroeste con velocidades promedio de 35 a 50 km/h, con ráfagas de hasta 120 km/h. Los rasgos geomorfológicos característicos de la reserva corresponden a procesos glaciares, fluviales y poligenéticos. Las geoformas glaciares corresponden a un paisaje erosivo-depositacional-glaciario.

Otras áreas protegidas cercanas al área de estudio son El área de Uso Científico Isla Deseada, ubicada a 250 km en la ría Gallegos y el Parque Nacional Los Glaciares, el cual dista del área de estudio en 150 km.

2.3.2. Zona de glaciares o periglaciares

El Parque Nacional Los Glaciares, ha sido declarado por la UNESCO en 1981 Sitio de Patrimonio Mundial de la Humanidad, debido entre otras cosas a su espectacular belleza y su interés glaciológico y geomorfológico. En este sentido, tanto dentro de los dominios del parque como en la zona cordillerana adyacente se destaca la presencia de enormes glaciares.

Desde el punto de vista ambiental, estas bastas mazas de hielo revisten especial preocupación ya que las mismas constituyen una importante fuente agua dulce. Sumado a esto, la posibilidad de que los glaciares estén siendo afectados por las variaciones climáticas y por intervenciones antrópicas directas, hace necesario la consideración de los mismos en el marco del presente análisis.

Específicamente la zona en donde se observa la presencia de glaciares se ubica en el sector Sur de la cordillera Patagónica, en donde se advierte un ascenso relativo del cordón montañoso entre los 46° y 51° 20' de Latitud Sur. Esta situación, junto a las condiciones climáticas de tipo oceánicas prevalecientes (con precipitaciones orográficas de hasta 7.000 mm anuales) y el aumento latitudinal, determina el desarrollo de una cubierta glaciaria continua sobre gran parte de dicha región montañosa, la cual es conocida como el Campo de Hielo Patagónico Sur (PASMA). Este tiene una superficie de 13.000 kilómetros cuadrados, los cuales son compartidos por Chile y Argentina (Aniya et al. 1996).

Se trata de enormes glaciares de valle alimentados por múltiples circos glaciarios y áreas de superficie más regular como el altiplano Italia y Argentina. Las lenguas de los glaciares principales que se desprenden de estos centros de alimentación, alcanzan los grandes lagos situados sobre la vertiente oriental a cotas que oscilan en torno a los 200 m. Los glaciares de menor desarrollo cuelgan sobre las vertientes montañosas que delimitan los profundos brazos lacustres a modo de glaciares de circo (PASMA).

2.3.3. Grandes humedales

Los humedales se hallan entre los ecosistemas más productivos y de mayor importancia ecológica del planeta (Mitsch y Gosselink, 1986). Esto se debe a que gran parte de su superficie está temporaria o permanentemente anegada o inundada a lo largo del año, lo que determina que posean una elevada productividad y que desempeñen un importante papel funcional en numerosos fenómenos y procesos naturales (IUCN, 1990). Por otra parte, albergan una biota particularmente rica y abundante tanto en especies vegetales como animales, muchas de las cuales constituyen recursos esenciales para el hombre.

En los últimos años se ha producido en nuestro país, un importante crecimiento del interés y de la valorización de estos peculiares ecosistemas, lo cual contrasta notablemente con las también crecientes presiones e intervenciones realizadas sobre los mismos. En este sentido, habitualmente la sociedad percibe o asigna un valor a los humedales, el cual puede ser económico, cultural, ecológico, etc (Brinson, 1993 y Smith et al., 1995).

Dentro de las prestaciones o servicios que los humedales prestan a la sociedad se pueden mencionar las que los mismos constituyen fuentes de agua limpia, ambientes para la vida silvestre, compensación hidrológica en las cuencas hidrográficas, producción de materiales orgánicos, filtros de sustancias nocivas, degradadores de fertilizantes, entre otras (Neiff, 1999).

Hecha esta introducción, resulta evidente la necesidad de incorporar como sitios de especial interés ambiental a los grandes humedales patagónicos. En este sentido, a escala regional los humedales más cercanos al área de estudio son la Ría Gallegos; el lago Argentino, lagunas de Puerto Bandera y lago Viedma; los Bañados y lagunas del Tero; las lagunas Escarchados y alledañas y la Ría Coig.

La Ría Gallegos, constituye el estuario del río Gallegos, presentando costas de acantilados, playas y bancos de pedregullo (PASMA). Es un estuario macromareal con mareas extraordinarias de hasta 13 m de amplitud que dejan expuestas extensas planicies intermareales limo-arcillosas, principalmente en su margen sur.

En la ribera sur del río y en la desembocadura del río Chico, existen lodazales y terrenos anegadizos, zonas intermareales fangosas y canales de agua salobre. La costa norte se caracteriza por las barrancas. En relación a la avifauna, es esta zona se registran regularmente cinco especies globalmente amenazadas, es un sitio importante de invernada para varias especies, es un sitio de concentración de aves reproductivas y, finalmente, constituye un sitio de descanso y alimentación durante los movimientos estacionales de aves migradoras (Di

Giacomo, 2005).

El lago Argentino, las lagunas de Puerto Bandera y el lago Viedma se ubican al oeste de la Provincia de Santa Cruz y albergan numerosos lagos, lagunas menores, ríos y arroyos, praderas inundables, bañados y, como se mencionó anteriormente, glaciares de gran tamaño. La región constituye un ambiente de transición entre los bosques andino patagónicos (Oeste) y la estepa patagónica (Este). En los lagos pequeños se encuentran juncas (*Scirpus spp*) y una rica diversidad de vegetación sumergida, presentando una importante avifauna asociada (PASMA).

Los bañados y lagunas del Tero (lagunas Las Acoralladas, laguna Figueroa y laguna del Oro) y bañados del Río Pelque, son cuerpos de agua pertenecientes al ambiente de la estepa patagónica. Sobre ellos se desarrolla una vegetación acuática característica y en los esteros se encuentran formaciones de juncos. Se evidencia una importante fauna de aves acuáticas (PASMA).

Las lagunas Escarchados y aledañas (lagunas de Ensenada, lagunas Ea. La Josefa), son un conjunto de lagunas de tipo permanente (agua dulce/salobre). Las mismas se hielan durante el invierno y corresponden a un ambiente de estepa patagónica. Se ha detectado una importante avifauna (PASMA).

La ría Coig es un estuario macromareal, cuyas mareas bajas exponen extensas planicies intermareales limo-arcillosas. La margen norte del estuario presenta marismas, con vegetación halófila donde domina el vinagrillo (*Salicornia ambigua*). La margen sur es más alta, con acantilados de hasta 100 m y playas de grava. Se registran regularmente seis especies de aves globalmente amenazadas y es un sitio importante de invernada para varias especies (Di Giacomo, 2005).

Para el área de influencia directa, son relevantes la Vega de San José, próxima a la Central Térmica y la Ciudad de Río Turbio, así como los ambientes de humedales que se conforman en el lecho del río Turbio aguas arriba y, especialmente aguas abajo, entre la Central y la localidad de 28 de Noviembre. Si bien el delta térmico en el punto de vuelco es menor a 5°C, el agua de proceso tratada y atemperada antes del vuelco, es un factor que provocará disturbios en los parámetros ambientales del Río Turbio, y que por efecto de la mezcla y el caudal del río, irá disminuyendo aguas abajo y en los mallines ubicados antes de la localidad de 28 de Noviembre.

En tal sentido, deberán seguirse estrictos protocolos de gestión del agua tratada y del vuelco de la misma, para minimizar o mitigar toda presencia de químicos y alteración en las propiedades de la calidad del agua de vuelco. Trabajando en las condiciones de diseño y bajo las especificaciones de manejo plateadas por el circuito del agua, serán mínimos los efectos sobre la fauna y flora de curso de aguas abajo del punto de vuelco de la Central Térmica. Esto deberá ser registrado y presentado a las autoridades. Asimismo, se deberán realizar campañas anuales con investigadores de Universidades Nacionales, para verificar la estabilidad ecológica de la biodiversidad del área de influencia de la Central en operaciones.

2.4. Sensibilidad ambiental

La sensibilidad ambiental del área ya había sido ampliamente desarrollada en los antecedentes, dado que, en forma análoga a como se indica en el Área de Influencia, los estudios antecedentes tuvieron que decidir entre esos dos emplazamientos, y para concluir que el mejor de los 2 es el actual debieron realizar un extenso y riguroso análisis de la sensibilidad ambiental del áreas, que en un caso de estudio comparativo de dos ubicaciones es uno de los elementos fundamentales, por lo que se trata de una cuestión cerrada cuando se definió el mismo y fue aprobado por las autoridades.

La sensibilidad se indica en un Plano de Sensibilidad, hecho en base al estudio del Servicio Geológico Minero Argentino - SEGEMAR, que es un organismo que no merece objeción. Como referencia adicional se indica incluso el predio descartado como emplazamiento como indicativo de estos antecedentes. A modo de resumen y para evitar un extenso desarrollo de una cuestión ya ampliamente analizada, en un único mapa se concentra el cruce de análisis de la sensibilidad basados en evaluaciones de sensibilidad sobre:

- i. Análisis de sensibilidad sobre ponderaciones del uso del suelo y desarrollo socioeconómico en la fase Operativa de la Central.
- ii. Análisis de la sensibilidad sobre riesgos geológicos/hidrológicos de alto impacto durante la fase Operativa.
- iii. Análisis de la sensibilidad sobre riesgos en la vegetación y ecosistemas sensibles de la fase Operativa.

Es importante destacar, que en la fase operativa se consideran tareas de mantenimiento y la normal operación de la planta, por ende, no se prevén en dicha fase intervenciones nuevas en el suelo, que pudieran afectar relictos arqueológicos o paleontológicos, así como afectación sobre geomorfología o sobre geología. En tal sentido, la operación de la Central, tendrá una influencia sobre factores hidrológicos por el consumo de agua para el proceso industrial y el vertido de agua tratada y atemperada; factores atmosférico por la liberación de gases y transferencia térmica; y factores socioeconómicos por la creación de trabajo, demanda de servicios, provisión de insumos y materias primas, circulación/tránsito, relaciones con la comunidad y la producción y venta de energía eléctrica a Sistemas Interconectado.

Por otro lado, la influencia directa o indirecta por el funcionamiento de la Central sobre ambientes o ecosistemas sensibles se circunscriben a la Operación de la Planta, en tanto, la extracción, provisión y acondiciona de carbón y otras materias primas (caliza, arena o combustibles alternativos), así como transmisión de la energía eléctrica por la Sistema Interconectado, no se corresponden con el presente análisis de sensibilidad.

2.4.1. Metodología de evaluación de la sensibilidad ambiental

Para el proceso de evaluación de la sensibilidad ambiental en la Fase Operación de la Central las variables empleadas estuvieron relacionadas con características geológicas, naturales y antrópicas del área de estudio, ya que confieren los aspectos de mayor criticidad en términos del tipo de proyecto a implantar y de las características que presentan como base.

Así, sobre cada una de las variables consideradas se realizó una valoración cuantitativa en función del grado de susceptibilidad frente al proyecto. El criterio para ello fue la respuesta del elemento crítico frente al impacto de la actividad misma.

En este sentido, se le asignó un valor de 4 a aquellos elementos cuya respuesta a la intervención antrópica pudiera significar cambios sustanciales en el funcionamiento de los sistemas del medio físico, biológico y/o antrópico allí representados, ya fuera por la afectación

directa de algún componente o por la alteración de algún proceso.

Por otro lado, se le atribuyó el valor 3 a aquellos elementos que si bien pueden presentar una respuesta negativa frente a la realización del proyecto, el impacto es menor que para el caso anterior. En cambio, se consideró de valor 2 a aquellos elementos sobre los cuales el efecto del proyecto no es tan representativo. Por último, se le asignó el valor 1 a los elementos con respuestas leves o nulas frente a la intervención propuesta.

Luego de la valoración de cada capa se realizó la superposición de las mismas para confrontar cada una de ellas y fijar una nueva valoración resultante de la interrelación entre cada una de las variables ambientales involucradas. Para ello se sumaron los factores de sensibilidad ambiental de cada capa determinando a partir de dicha suma un gradiente de colores que determinan la sensibilidad (alta, media-alta, media y baja).

De este modo, el mapa de áreas de sensibilidad ambiental es el resultado de la aplicación de técnicas de análisis espacial conocidas como álgebra de mapas. El álgebra de mapas es básicamente una superposición de capas de información a la cual se le aplican operadores matemáticos dando como resultado un mapa que resume las interrelaciones entre las diferentes variables que intervienen en el análisis.

La contribución de cada capa al resultado final es relación directa del factor de valoración que se le asigna. En este caso, las capas fueron valoradas respecto del análisis de base y de la consideración de las posibles acciones del proyecto. Sobre aquellas áreas donde la suma de cada atributo fue mayor o igual a 10, se asignó una alta sensibilidad (rojo). Cuando la suma alcanzó un valor de 8 o 9 se asignó una sensibilidad media-alta (Naranja), en cambio las zonas de sensibilidad media fueron asignadas a aquellas áreas en donde la sumatoria de los atributos fue de 6 o 7 (amarillo). Finalmente para todas las áreas en donde el valor fue menor o igual que 5 se asignó una baja sensibilidad ambiental (verde) (cuadro 71).

Cuadro Nº 71. Índice de sensibilidad

Valor	Sensibilidad
3-4-5	Baja
6-7	Media
8-9	Media Alta
10-11-12	Alta

Fuente: elaboración propia en base a recopilación de antecedentes Segemar (2008), Serman y Asoc. (2008) y UTN (2011 y 2015).

2.4.2. Análisis de sensibilidad en función del uso del suelo y desarrollo humano

La población, y los sitios donde desarrolla sus actividades, representan uno de los elementos más relevantes al momento de definir las áreas de especial interés ambiental. Las poblaciones vecinas a los proyectos son partes interesadas relevantes y críticas para el desarrollo del proyecto. En tal sentido, un proyecto de la envergadura de la Central Térmica Río Turbio, deberá gestionar las expectativas y necesidades de las localidades y pueblos vecinos.

El área de influencia directa integra la región denominada Cuenca Carbonífera. Allí se localizan las localidades de Río Turbio y 28 de Noviembre y los pequeños poblados de Julia Dufour, Rospenteck, El Turbio y Mina 3. Todos estos asentamientos poblacionales suponen el 6,19%

respecto del total provincial. Al iniciarse la operación de la planta, estas localidades ubicadas en el área de influencia directa del proyecto, tendrán impactos directos por la actividad del proyecto como ser:

- i. Incremento en la actividad industrial y laboral asociada a la puesta en marcha del proyecto, con la sensibilidad que implica la creación de puestos de trabajo y oportunidades laborales tanto directas (empleos de planta, contratistas, proveedores) como indirectas dada la mayor demanda de servicios y productos para el personal (logística, alimentos, servicios profesionales, etc). Para ello, se adjunta en el Cap. 7 PGA medidas de comunicación y relaciones comunitarias con los vecinos del Área de Influencia tanto Directa como Indirecta.
- ii. Incremento en la circulación y tránsito debido al ingreso de materias primas (arena, caliza), salida de residuos (cenizas), ingreso/egreso de personal y contratistas. En tal sentido, se adjuntan en el Cap. 7 PGA un conjunto de medidas de control y protocolos de ingreso y salida de vehículos, para mitigar el impacto de la circulación vial.
- iii. Mayor presión sobre el recurso hídrico subterráneo y superficial, por la extracción de agua para procesos productivos y auxiliares, así como el vuelco de agua tratada. Para mitigar estos impactos sobre los recursos hídricos, la Operación de la Central deberá cumplir con una serie de lineamientos y procedimientos de control, gestión del ciclo del agua en la central y requerimientos de extracción y vuelco de agua.
- iv. Mayores emisiones de CO₂, CO, Material Particulado, SO₂ y NOx, y por ende, se deben cumplir con las especificaciones técnicas de la operación de la Central, de la calidad del carbón e insumos y de mantenimiento de hornos de lecho fluidificado, calderas, filtros y demás componentes de la Central. Esto es, se debe trabajar dentro los parámetros de diseño para evitar desvíos que alteren e incrementen las emisiones. En el Cap. 7 PGA, se incorporan estas condiciones. Asimismo, se debe contar con protocolos de manejo para situaciones climáticas o naturales que puedan afectar el proceso de combustión estequiométrico y se provoquen cambios en las emisiones a nivel de la chimenea.

En el siguiente mapa (anexo 5) se cruzan aspectos de sensibilidad por poblaciones urbanas y sus áreas de influencia, áreas de tránsito y circulación relacionadas con la Central, operaciones de provisión de carbón y disposición final de cenizas, áreas de sensibilidad ambiental como cursos de agua (aguas arriba y debajo de la Central) y bosquesillos de interés ecológico.

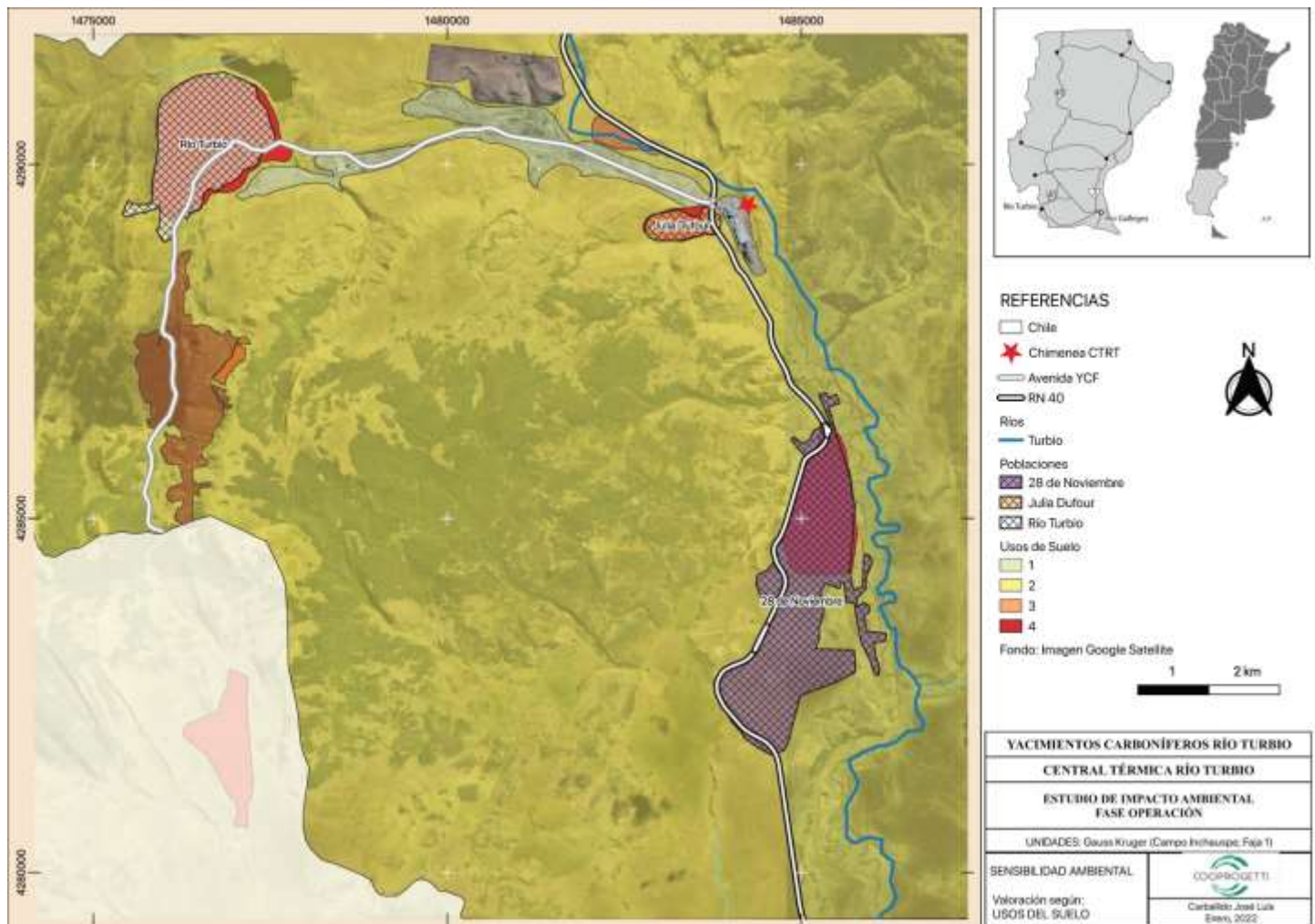


Imagen N° 116 - Anexo N° 5. Mapa de sensibilidad ambiental según usos del suelo

Nota: véase en mayor detalle en Cap. 9, Sección 13 Anexo, Apéndice 6.14.

Fuente: elaboración propia.

En el mapa de arriba, se superponen distintas figuras geométricas asociadas a las proyecciones de las áreas de influencia directa de las actividades en la localidades de Río Turbio, 28 de Noviembre y Julia Dufour; y le ponen intersecciones con las principales vías de circulación al yacimiento y las actividades de provisión de carbón por cinta transportadora y su acondicionamiento previos. En dichas intersecciones en donde se dará la mayor intensidad del impacto sobre el medio receptor, creando los puntos de mayor sensibilidad a atender en el Ciclo de Vida del proyecto de la Central Térmica. El mayor cruce de áreas, se da un perímetro de 2.500 metros del entorno de la Central.

El análisis de la sensibilidad ambiental respecto de los usos del suelo se realizó en base a los usos actuales observados en las sucesivas vistas a campo y a la importancia relativa de cada uso en relación a las posibles afectaciones del proyecto sobre los mismos.

En este sentido, se determinó que los usos que presentan una mayor sensibilidad ambiental son aquellos asociados a la presencia de asentamientos poblacionales; mientras que el área de menor sensibilidad se corresponde con las parcelas propiedad de Yacimiento Carboníferos de Río Turbio (Y.C.R.T.).

Dentro del área de influencia directa del proyecto se localizan tres asentamientos poblacionales, constituidos por los municipios de Río Turbio y 28 de Noviembre y la delegación

comunal de Julia Dufour dentro del territorio argentino, y el paraje Dorotea ubicado en territorio chileno. Teniendo en consideración que los aspectos relativos al bienestar y la salud de la población son de importancia prioritaria en todo estudio de impacto ambiental, estas zonas de usos predominantemente residenciales han sido clasificadas con el máximo valor de sensibilidad ambiental (4).

Dentro de la misma categoría se ha incluido una zona ubicada entre la localidad de 28 de Noviembre y el Aeropuerto de la misma localidad en la cual se ha proyectado el establecimiento futuro de viviendas para la conformación de nuevos barrios.

Por otro lado, se han identificado zonas en las cuales se desarrollan actividades recreativas y turísticas que se caracterizan por una frecuencia de usos temporaria. Entre ellas se encuentran:

- El camping Cañadón de la Virgen ubicado sobre el lado oeste de la Ruta Nacional No 40 al norte del área de influencia.
- Una zona ubicada al sur de la localidad de Río Turbio sobre el camino vecinal en la cual se ubica el Bosque de los Duendes sobre la margen este y el centro de esquí El Valdelén sobre la margen oeste.
- El autódromo “El Centenario” localizado sobre la Ruta Nacional Nº 40 en cercanías de la Alternativa 2 (no utilizada finalmente).
- Se encuentran el Club Hípico en el cual se llevan a cabo festivales y la hostería Capipe, ambos ubicados al oeste de Julia Dufour.

En función del tipo de usos que registran estas áreas, y los proyectos para potenciar a la región como oferta turística a nivel provincial se clasificó a la misma con un valor de 3 en la escala de sensibilidad establecida.

Asimismo, se han tenido en consideración para el análisis las zonas de chacras, este tipo de uso es de carácter permanente y se han tenido en cuenta no solo las actividades rurales que se desarrollan comúnmente en las mismas sino también la presencia, en determinados casos, de usos residenciales. A esta zona, que se localiza al norte de la Ruta Nacional Nº 40 y de Julia Dufour y sobre el valle del río turbio dentro del ejido municipal de 28 de Noviembre, se le ha asignado un valor de sensibilidad de 3.

Exceptuando el área propiedad de Y.C.R.T., el resto de las zonas que quedan circunscriptas dentro del área de influencia directa del proyecto poseen en general un uso de tipo rural, mayormente dedicado a la ganadería (pasturas). Se les ha asignado un valor de sensibilidad de 2, considerando la realización de un análisis más detallado cuando se posean los resultados de los modelos de emisiones gaseosas (que definirá la dirección y concentración de la pluma de contaminación en la atmósfera y la inmisión a nivel del suelo); de los efluentes líquidos (que determinará la pluma de contaminación y concentración de los contaminantes en el río) y de propagación sonora (el cual determinará los niveles de inmisión en las zonas aledañas a la Central).

Aquellos sectores donde se registran usos ligados al transporte fueron clasificados con una sensibilidad de tipo 2. La consideración de una sensibilidad media sobre las vías de comunicación principales se asienta en el hecho de que constituyen los únicos ejes conectores para la región de la Cuenca Carbonífera y de acceso al centro de mayor jerarquía provincial (Río Gallegos).

Finalmente, para el área donde se desarrollan las actividades asociadas a YCRT, se han considerado un nivel de sensibilidad bajo o nulo en relación al tipo de actividad de carácter industrial que se realiza en esa zona.

2.4.3. Análisis de sensibilidad arqueológica, cultural y social

Según los relevamientos realizados en campo y estudios antecedentes, se han identificado objetos, estructuras y usos que revisten una sensibilidad particular en el área del proyecto (véase la sección 2.5 Arqueología y Paleontología para mayor detalle).

Desde el punto de vista arqueológico y cultural, y analizando la zona del proyecto, los puntos donde se hallaron los contrapisos y estructuras constructivas de las antiguas instalaciones del ferrocarril y material histórico asociado a las mismas son considerados de una sensibilidad media. Los mismos reportan un valor histórico-cultural por lo que su posible afectación significaría alteraciones sobre el patrimonio cultural de la región.

Asimismo, se identificaron sectores donde se presentan bancos de rodados. En función de los estudios de prospección arqueológica y en el sector de referencia (Cancha Carrera) se advierte que los mismos pueden presentar un valor arqueológico alto, aunque potencial, ya que representan una fuente viable de materias primas para la manufactura de artefactos líticos. De esta manera la sensibilidad que se le otorga a los bancos de rodados de cada Alternativa es alta.

En cuanto a las estructuras y usos actuales identificados sobre el área del proyecto, se presentan: el basural a cielo abierto, el cual desde un criterio de análisis social no reviste sensibilidad alguna; y el Club Hípico Santos Vega sede del festival de doma y folklore “Clodomiro Muñoz”.

2.4.4. Análisis de sensibilidad por presencia de pasivos ambientales

Como se mencionó en el punto anterior dentro del área del proyecto, existía un basurero, el cual recibía los residuos del Municipio de Río Turbio. Como se describió previamente, a simple vista este basurero se encuentra en superficie, pero en realidad el mismo presenta un importante desarrollo en profundidad, lo cual puede ser corroborado en campo gracias a la acción erosiva del río.

De este modo, si bien el basurero no presenta asociado una importante relevancia desde el punto de vista del medio antrópico o natural, el mismo constituye un importante pasivo ambiental ubicado dentro del área en la cual se implantó el proyecto.

Los residuos que pudieron ser identificados durante las campañas presentes en la bibliografía corresponden principalmente a residuos sólidos urbanos. Sin embargo también fueron identificados autos abandonados en el sector más cercano al río y restos de equipos electrónicos los que podrían estar aportando contaminantes permanentes, como por ejemplo metales pesados, al ambiente.

En este sentido, las muestras de suelo extraídas en profundidad en las zonas del basurero presentaron concentraciones de metales pesados superiores al resto de las muestras tomadas, lo que permite inferir una posible contaminación de la zona como consecuencia de la disposición de basura.

Esta situación le confiere una especial sensibilidad a esta zona ya que la presencia del pasivo implica la necesidad de gestionarlo en una manera ambientalmente apropiada.

2.4.5. Análisis de sensibilidad geológica

Como se mencionó en el apartado de Geología, en el área de estudio los principales peligros de índole geológica son el peligro de inundación, de remoción en masa y de erosión hídrica. En este sentido, para la elaboración del mapa temático se tomó de base el mapa geomorfológico,

mediante el cual se pudieron caracterizar diferentes zonas en función del peligro.

De este modo, se vincularon los sectores de terrazas y sectores inmediatos a la llanura aluvial de los ríos principales con el peligro de inundación. Más aún, los cauces entrelazados del río Turbio tienen una dinámica que permite que este curso fluvial tenga desplazamientos laterales rápidos durante los eventos de crecientes extraordinarias, momento en el cual la totalidad de la planicie aluvial es ocupada por el agua. Esta característica da lugar a la inestabilidad y posterior caída de las acumulaciones que forman el cuerpo de la terraza aluvial. Así, a estos sectores se le asignó la máxima puntuación.

Por otro lado, y como se mencionó anteriormente, en el área de estudio también es frecuente la ocurrencia de fenómenos de remoción en masa, vinculados a la existencia de pendientes en las cuales bancos duros rematan secciones de sedimentos con bajo grado de cementación o en pendientes empinadas con cortes en la base por la acción fluvial o marina. En aquellas zonas donde se registran los fenómenos de remoción en masa los valores de inestabilidad son importantes, razón por la que se le ha asignado un valor de 3.

Finalmente, el resto del área de estudio, se encuentra expuesta a peligros geológicos compartidos por las zonas anteriormente descritas, como es el peligro de erosión eólica, el peligro sísmico (el cual es reducido) y peligro Volcánico (el cual es bajo). En este sentido, a esta zona se le asignó un valor de 2.

A continuación se presenta el mapa de sensibilidad ambiental según peligro geológico.

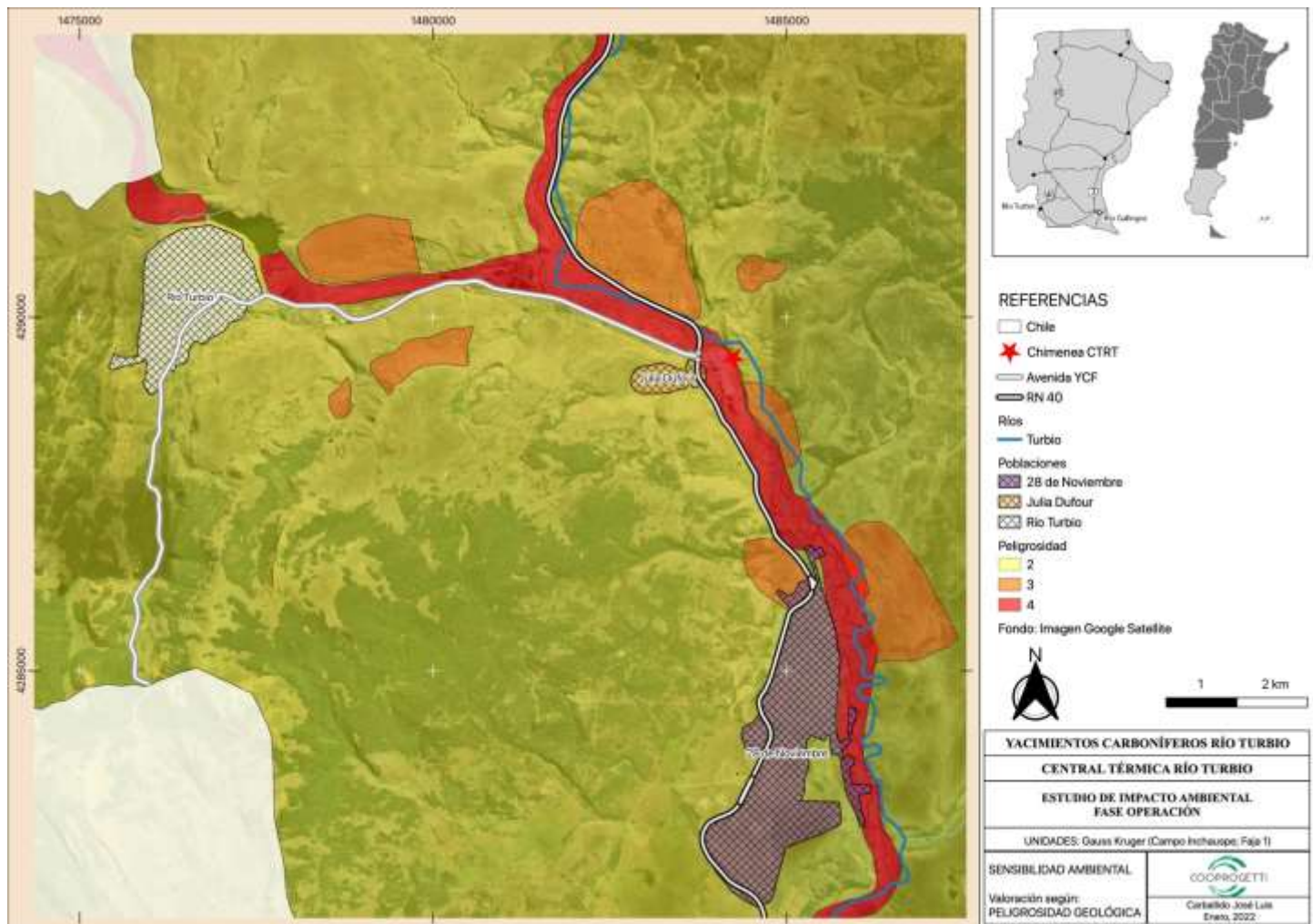


Imagen N° 116 - Anexo N° 6. Mapa de sensibilidad ambiental según peligro geológico

Nota: véase en mayor detalle en Cap. 9, Sección 13 Anexo, Apéndice 6.12.

Fuente: elaboración propia.

Considerando la información geológica y geomorfológica, junto con las proyecciones de la actividad minera en el área de influencia directa e indirecta del proyecto, la mayor sensibilidad ambiental geológica, con riesgos potenciales de ocurrencia de deslizamientos, remoción en masa o aludes con mezclas de agua y lodo, se consideran desde las laderas de los cerros hacia el valle del Río Turbio. La actividad minera en galerías y períodos de lluvias por fuera de lo normal, pueden provocar, junto con poco probables movimientos telúricos, afectaciones sobre sustratos consolidados o acreciones de dichas ladera con un potencial riesgo geológico de deslizamientos, aludes o remociones en masa. En la siguiente imagen se observa el detalle de la sensibilidad en el área de la central.

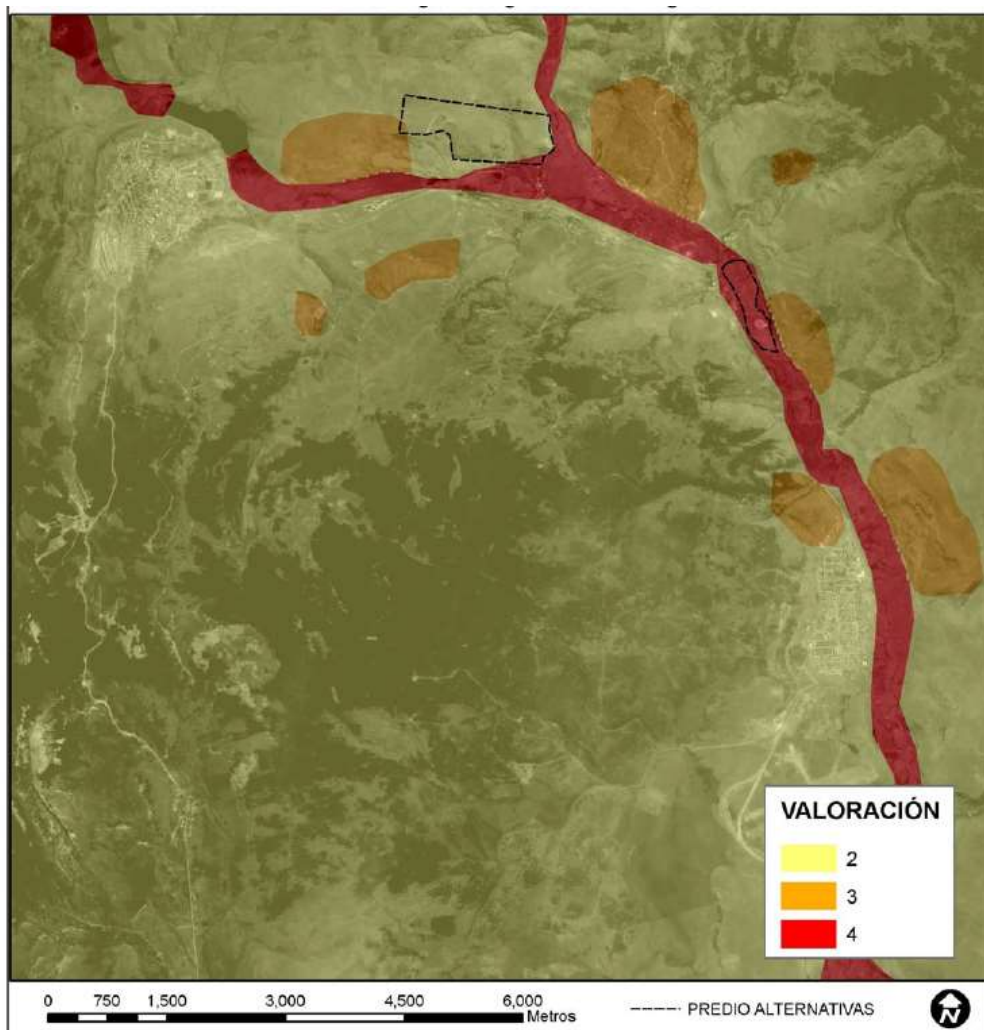


Imagen Nº 117. Valoración de la sensibilidad ambiental en función del riesgo geológico en el área del proyecto

Fuente: Serman y Asoc. (2008).

2.4.6. Análisis de sensibilidad en función de la vegetación y ecosistemas

El área de estudio constituye una zona de transición entre el Bosque Patagónico y la Estepa Patagónica. Hacia el Oeste en las partes más altas predomina el bosque de Lengua y en las partes más bajas predomina el bosque de Ñire. Al Norte del área de estudio el bosque de Ñire ha desaparecido como resultado de un incendio ocurrido varios años atrás. En estas zonas existen hoy en día manchones dominados por gramíneas producidos por la quema.

Hacia el este, si bien se pueden registrar parches de Ñire, predomina la estepa de coirón, en donde también es frecuente la presencia de especies arbustivas. Estas zonas se encuentran fuertemente pastoreadas como resultado de la ganadería ovina y bovina.

En este sentido, teniendo en cuenta el proyecto bajo estudio y las diferencias de superficies entre la estepa y el bosque, es que se ha considerado a estos últimos como los más sensibles, asignándoseles un valor de 3. Finalmente las zonas en donde no se registra cobertura de vegetación como resultado de la existencia de actividades antrópicas se les asignó el mínimo valor (1).

Finalmente, ubicada al Noreste del área de estudio se ubica el Parque Provincial Punta Gruesa.

El mismo fue creado mediante la Ley 2637 en el año 2002 y constituye una reserva forestal destacándose la presencia de especies de *Nothofagus*, puntualmente Lenga y Ñire. En este sentido y considerando el estatus de conservación que presenta esta zona destinado a la protección de especies arbóreas, es que se le ha asignado el mayor valor (4).

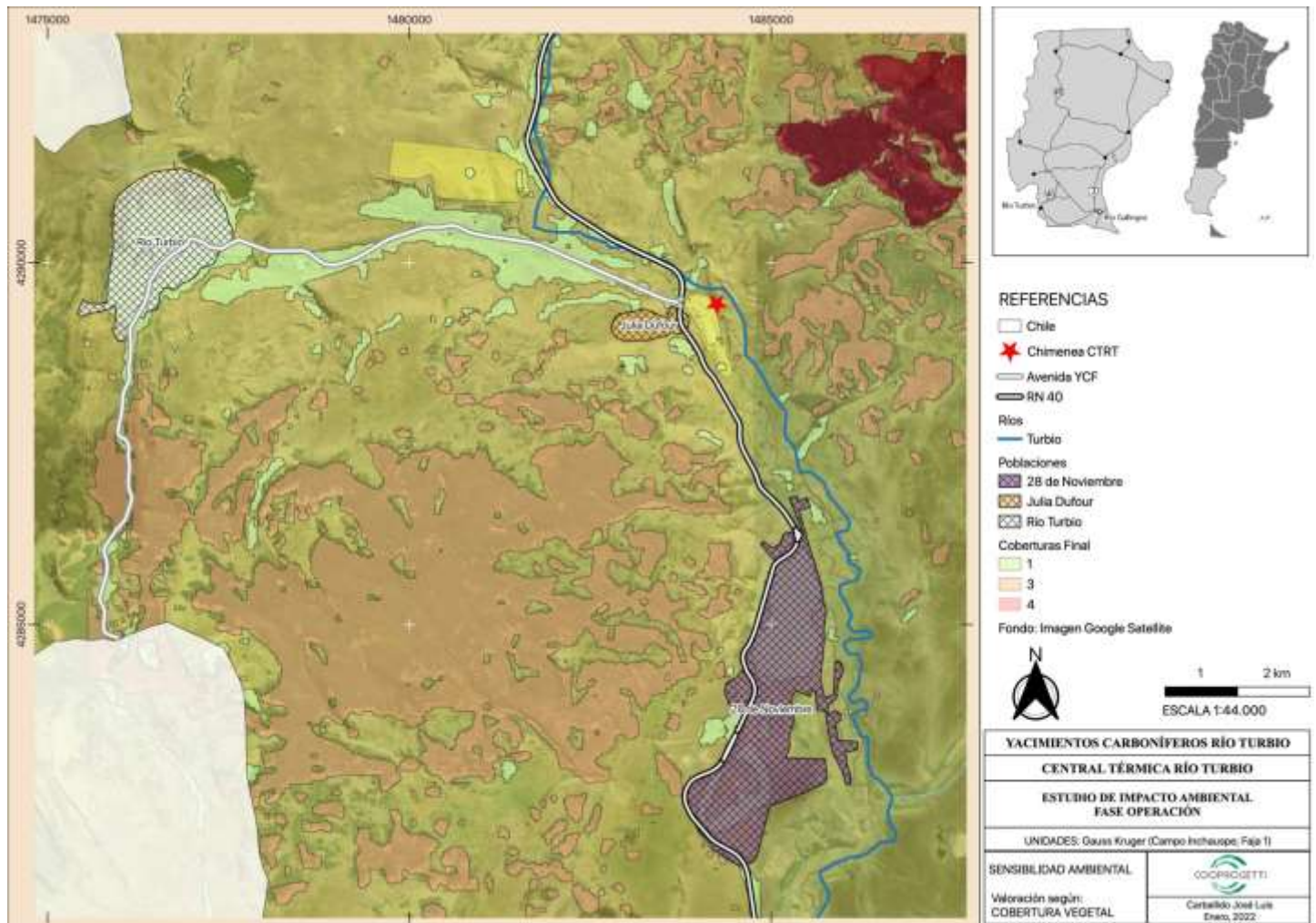


Imagen Nº 118 - Anexo Nº 7. Mapa de sensibilidad ambiental según cobertura vegetal

Nota: véase en mayor detalle en Cap. 9, Sección 13 Anexo, Apéndice 6.13.

Fuente: elaboración propia.

A continuación se presenta un mapa en el cual se indica el impacto en vegetación relevante a monitorear por equipos de investigadores de Universidades Nacionales durante la fase operativa de la Central Térmica Río Turbio.

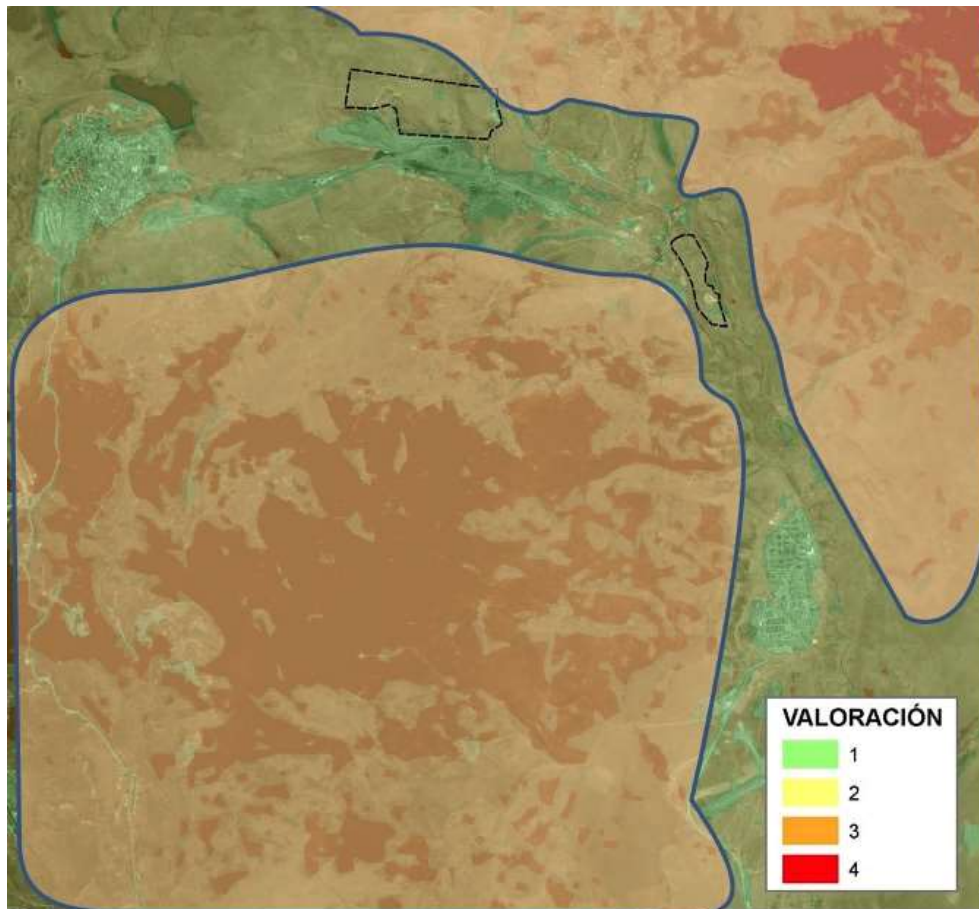


Imagen N° 119. Análisis de impacto en vegetación

Fuente: elaboración propia en base a Serman y Asoc. (2008).

Véase la sección 2.3 para información sobre las áreas protegidas y zonas de glaciares y humedales presentes en el área.

2.4.7. Análisis de sensibilidad ambiental final

El resultado final de la sensibilidad ambiental en base a lo descrito anteriormente se presenta en el anexo 8.

Se observa una sensibilidad baja en las áreas mineras y terrenos pertenecientes a YCRT, mientras que una sensibilidad media-alta se puede encontrar en las localidades así como en las márgenes del río Turbio y zonas en las cuales se desarrollan actividades recreativas y turísticas, descritas anteriormente.

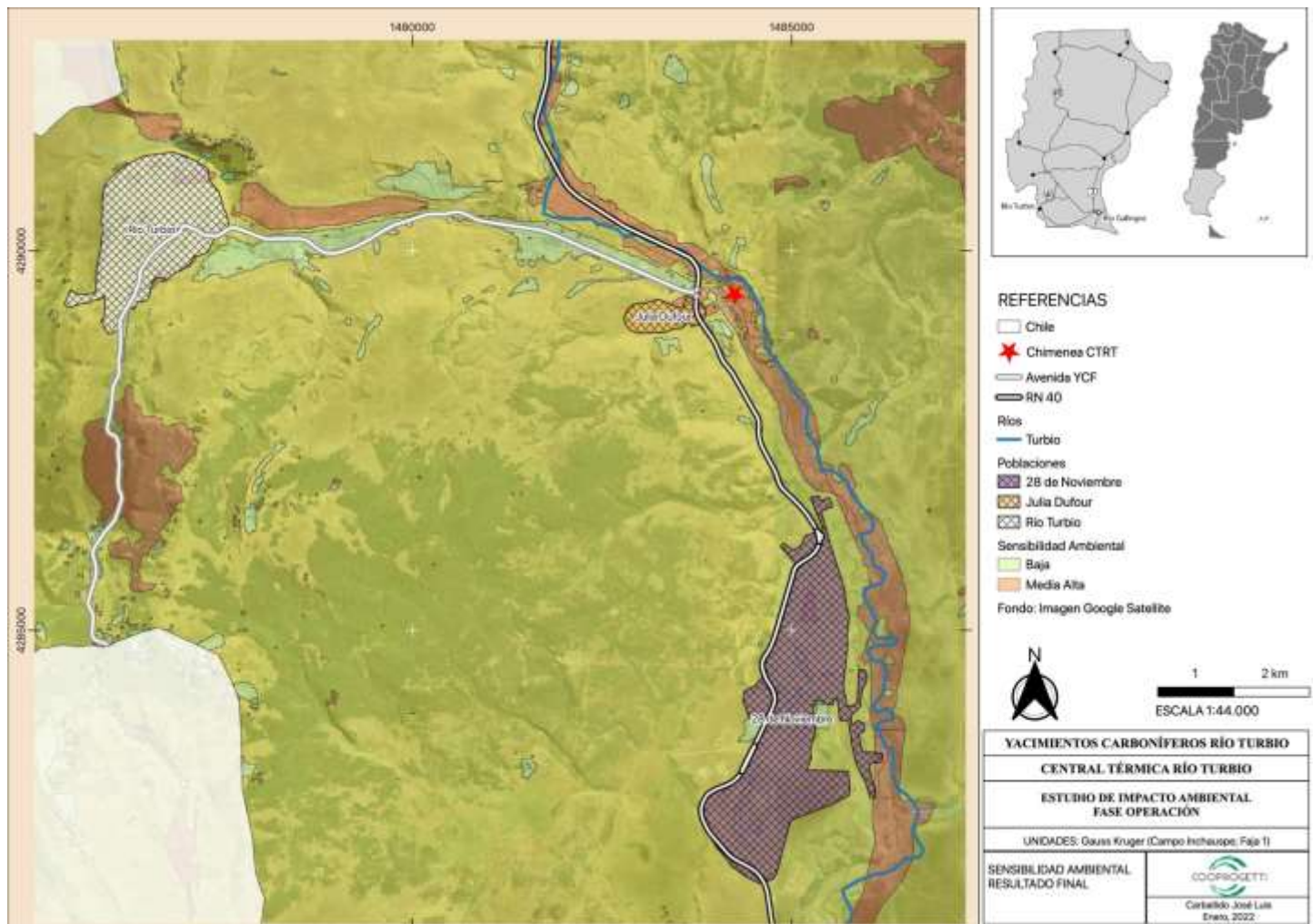


Imagen N° 120 - Anexo N° 8. Mapa de sensibilidad ambiental final

Nota: véase en mayor detalle en Cap. 9, Sección 13 Anexo, Apéndice 6.15.

Fuente: elaboración propia.

Se indica en el siguiente plano el resultado final de la sensibilidad ambiental con indicación de los dos predios entre los cuales se tuvo que elegir el emplazamiento.

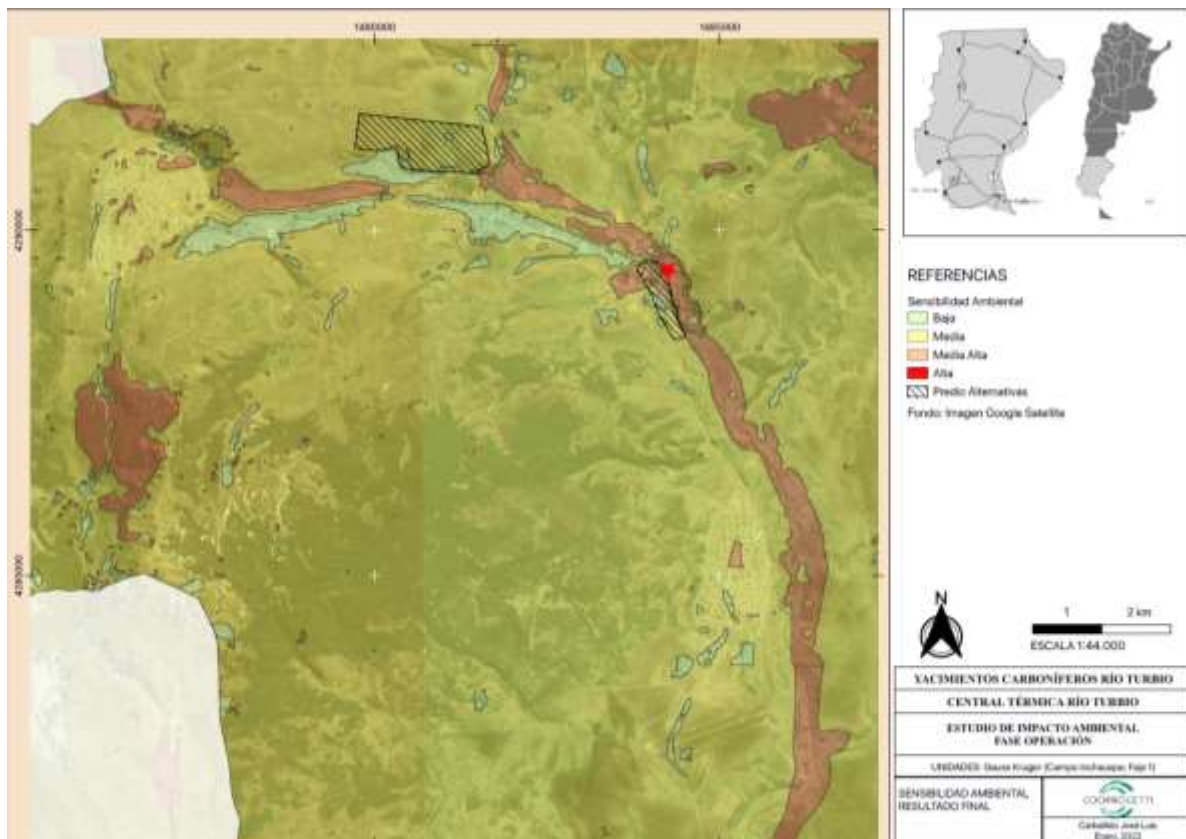


Imagen Nº 121 - Anexo Nº 8 bis. Mapa de sensibilidad ambiental final con indicación de alternativas de emplazamiento

Fuente: elaboración propia.

2.4.8. Experiencias de restauración del bosque nativo en el sitio Mina Uno

El Ing. Francisco Mattenet llevó adelante el proyecto denominado “Restauración del Bosque Nativo en el sitio Mina Uno correspondiente al ejido urbano de la ciudad de Río Turbio” fue elaborado a fin de conseguir tres objetivos:

- Lograr la restauración de 5 ha de bosque nativo degradado por incendio.
- Generar conciencia en la comunidad sobre el cuidado del ambiente.
- Obtener mayor experiencia en la reforestación con especies nativas en Santa Cruz.

El presente informe describe las actividades realizadas en el periodo 2016/2018 para la consecución de los objetivos planteados en el proyecto.

Relevamiento del área a restaurar y definición de los sitios de plantación

Se desarrollaron diversas reuniones con las autoridades municipales de las dos localidades a fin de dar a conocer detalles respecto del alcance de distintos proyectos en ejecución correspondiente a la Ley de Bosques y brindar información respecto del proyecto de restauración. Además se coordinaron tareas específicas a desarrollar en conjunto, como por ejemplo la delimitación exacta del ejido urbano para poder seleccionar el lugar de plantación, cuestiones relacionadas a la seguridad de las estructuras a instalar y sobre los trabajos de difusión de las actividades previstas hacia la comunidad.

Se realizó un recorrido completo del área a fin de definir en forma conjunta los sitios más

apropiados para la instalación de 5 bosquetes de recolonización. Para la definición de los sitios se tomaron en cuenta aspectos técnicos relacionados con la supervivencia de las plantas (suelo, pendiente, exposición, cobertura vegetal) así como también criterios de accesibilidad al agua para realizar un riego de asiento, e impacto visual y usos previos del área por parte de la comunidad.

Se levantaron las coordenadas mediante GPS de los 5 sitios escogidos para la instalación de los bosquetes de recolonización que fueron remitidos a las autoridades de tierras del municipio de Río Turbio los cuales manifestaron su conformidad al respecto (imagen 122).



Imagen N° 122. Distribución espacial de los 5 sitios escogidos para la instalación de los bosquetes
Fuente: elaboración propia.

Estado previo de los sitios escogidos para la instalación de los bosquetes de recolonización

A continuación se describen el estado previo y características particulares de cada uno de los sitios escogidos:

- BOSQUETE N°1 (51°34'22.99"S/ 72°20'43.26"O)

Este bosque se encuentra a solo 60 m al este de la entrada de la histórica boca de mina uno. Siendo de muy fácil acceso para los vecinos y visitantes de la localidad. Es posible observarlo a la altura del desvío que conduce al sitio histórico desde la ruta que comunica con la vecina localidad de Puerto Natales.

Tiene una pendiente de 28% por lo cual el bosque a implantar ingresa en la categoría de bosque de protección. El fuego que generó la pérdida de bosque, la pendiente y el pasodiel tiempo generaron en este sitio una gran pérdida de suelo. La orientación es Norte, Noroeste correspondiendo a unos 315°.

Para caracterizar la cobertura de suelo del bosque se utilizó la técnica de transectas de puntos con determinaciones cada 50 cm. Se realizaron tres transectas en sentido Sur Norte

entre líneas de plantación utilizando como referencia las estacas metálicas instaladas para el relevamiento de supervivencia.

La cobertura del suelo está dominada por un 42% de herbáceas (principalmente *Hieracium* sp.), 25% de suelo desnudo y 18% de Sub Arbustos. A nivel de especies vegetales predominan: *Hieracium* sp., *Bacharis magellanica*, *Chilotrichum diffusum* y *berberis* sp.

A continuación se muestra tabla completa de cobertura de suelo.

Cuadro N° 72. Cobertura del suelo en el Bosquete N°1

Herbáceas	Material leñoso	Musgos	Sub Arbustos	Suelo desnudo	Mantillo	Gramíneas	Arbustos	Cobertura vegetal
42%	2%	4%	18%	25%	2%	5%	2%	71%

141 m totales relevados entre las transectas 1,2 y 3

Fuente: elaboración propia.

Para la caracterización del suelo se tomó una muestra compuesta 3 sub muestras en el nivel más alto, medio y bajo del terreno en cada uno de los bosquetes, tomando suelo hasta una profundidad de 20 cm.

El Bosquete N°1 presento un pH netamente acido, sin problemas de salinidad ni sodicidad. Permeabilidad en extracto de saturación rápida. Niveles de materia organica y nitrogeno muy altos. Fósforo disponible alto y potasio intercambiable muy bajo. En el Anexo A se presentan los resultados completo de los análisis para la caracterización del suelo.

Cabe destacar que en este sitio se observaron lengas pertenecientes a trabajos de restauración previos, realizados por la Universidad Nacional de la Patagonia Austral (UNPA) en el año 2004. Si bien contaban con protectores individuales para evitar los ramoneos estos perdieron efectividad con el paso del tiempo. Actualmente las plantas que sobrevivieron no sobrepasan en ningún caso los 40 cm de altura debido a la fuerte presión de ramoneo que existe en este sitio (principalmente liebres).

- BOSQUETE N°2 (51°34'25.34"S / 72°20'47.60"O)

Este bosque N° 2 se encuentra a 60 m al Sur de la entrada de la histórica boca de mina uno y limita con la cruz allí instalada. Al igual que el Bosquete N°1 es posible observarlo desde la ruta que comunica con la vecina localidad de Puerto Natales como así también en el camino de ingreso a Mina Uno.

Tiene una pendiente de 22% por lo cual el bosque a implantar ingresa en la categoría de bosque de protección. El fuego que genero la perdida de bosque, la pendiente y el pasodel tiempo generaron en este sitio una gran pérdida de suelo. La cobertura de suelo se asume similar a la del bosque N°1 por hallarse estos dos bosquetes a menos de 70 m. La orientación es Oeste, correspondiendo a unos 290°. Coincidentemente con lo observado en el Bosquete N°1 se observaron lengas pertenecientes a trabajos de restauración de la UNPA en el año 2004.

- BOSQUETE N°3 (51°34'41.16"S/ 72°20'53.24"O)

El acceso al bosque N° 3 se puede realizar de dos maneras. A pie, desde Mina Uno siguiendo las nacientes del arroyo Santa Flavia aguas arriba unos 600m o adelantando en vehiculo unos 400 metros desde el Paso Internacional Dorotea en dirección Sur por la ruta que comunica con Puerto Natales y luego caminando 150 m hacia el este. Este sitio presenta una pendiente leve de 17%. La exposición es Noroeste, correspondiendo a unos 290°.

Para caracterizar la cobertura de suelo del bosque se utilizo la técnica de transectas de

puntos con determinaciones cada 50 cm. Se realizaron tres transectas en sentido Sur Norte entre líneas de plantación utilizando como referencia las estacas metálicas instaladas para el relevamiento de supervivencia.

La cobertura vegetal del 100%, dominada por un 57% de gramíneas y un 42% de herbáceas. Predominando las gramíneas, *Hieracium* sp., *Matricaria* sp. y *Trifolium repens*.

A continuación se muestra tabla completa de cobertura de suelo.

Cuadro N° 73. Cobertura del suelo en el Bosquete N°3

Herbáceas	Material leñoso	Musgos	Sub Arbustos	Suelo desnudo	Mantillo	Gramíneas	Arbustos	Cobertura vegetal
42%	0%	0%	0%	0%	0%	51%	0%	100%

108 m totales relevados entre las transectas 1,2 y 3

Fuente: elaboración propia.

Para la caracterización del suelo se tomó una muestra compuesta 3 sub muestras en el nivel más alto, medio y bajo del terreno en cada uno de los bosquetes, tomando suelo hasta una profundidad de 20 cm. El Bosquete N°3 presento un pH netamente ácido, sin problemas de salinidad ni sodicidad. Permeabilidad en extracto de saturación rápida. Niveles de materia orgánica, nitrógeno y fósforo disponible muy altos. Potasio intercambiable extremadamente bajo.

- BOSQUETE N°4 (51°34'47.96"S/ 72°20'46.56"O)

Para acceder al bosquete N° 4 se procede del mismo modo que para el bosquete N°3 recorriendo 250 m más en dirección Sur. Este sitio presenta una pendiente suave del 8% y una exposición Noroeste, correspondiendo a unos 290°. La cobertura del suelo esta dominada por un 34% de herbáceas, un 23% de sub arbustos y un 16% de gramíneas.

A continuación se muestra tabla completa de cobertura de suelo.

Cuadro N° 74. Cobertura del suelo en el Bosquete N°4

Herbáceas	Material leñoso	Musgos	Sub Arbustos	Suelo desnudo	Mantillo	Gramíneas	Arbustos	Cobertura vegetal
34%	8%	14%	23%	3%	1%	16%	0%	88%

132 m totales relevados entre las transectas 1,2 y 3

Fuente: elaboración propia.

Para la caracterización del suelo se tomó una muestra compuesta 3 sub muestras en el nivel más alto, medio y bajo del terreno en cada uno de los bosquetes, tomando suelo hasta una profundidad de 20 cm. El Bosquete N°4 presento un pH Netamente ácido, sin problemas de salinidad ni sodicidad. La permeabilidad en extracto es de saturación rápida. Niveles de materia orgánica, nitrógeno. Fósforo disponible bajo. Potasio intercambiable extremadamente bajo. En el Anexo A se presentan los resultados completo de los análisis.

En el sitio escogido se observaron un importante número de álamos Canadienses (*Populus trichocarpa*) de un ensayo realizado por el Consejo Agrario Provincial hace más de diez años atrás, ninguno de estos árboles supera el metro de altura, si bien no se observaron síntomas de ramoneo aparentemente la causa de su bajo crecimiento podría deberse a las heladas y los fuertes vientos que aumentan el estrés hídrico de ese tipo de especies. También debemos destacar que existen algunos renovales de lenga dentro del área escogida los cuales presentan

marcadas evidencias de estar sometidos a una fuerte presión de ramoneo por parte de las liebres (*Lepus europaeus*).

- **BOSQUETE N°5 (51°34'39.83"S/ 72°21'6.43"O)**

El acceso al bosque N° 5 se puede realizar caminando hacia el Sur desde el centro de Esquí Vadelén o adelantando en vehículo unos 400 metros desde el Paso Internacional Dorotea en dirección Sur por la ruta que comunica con Puerto Natales y luego caminando 150 m hacia Oeste.

Este sitio presenta una pendiente pronunciada de 40% por lo cual el bosque a implantar ingresa en la categoría de bosque de protección. La exposición es Noreste, correspondiendo a unos 40°. La cobertura del suelo está dominada por un 50% de herbáceas, un 22% de musgos y un 13% de gramíneas. A nivel de especies vegetales las más frecuentes son: *Trifolium repens*, *Rumex acetosella*, *Acaena* sp. y *Rubus geoide*.

A continuación se muestra tabla completa de cobertura de suelo.

Cuadro N° 75. Cobertura del suelo en el Bosquete N°5

Herbáceas	Material leñoso	Musgos	Sub Arbustos	Suelo desnudo	Mantillo	Gramíneas	Arbustos	Cobertura vegetal
50%	0%	22%	8%	5%	2%	13%	0%	90%

132 m totales relevados entre las transectas 1,2 y 3

Fuente: elaboración propia.

Para la caracterización del suelo se tomó una muestra compuesta 3 sub muestras en el nivel más alto, medio y bajo del terreno en cada uno de los bosquetes, tomando suelo hasta una profundidad de 20 cm.

El Bosquete N°5 presento un pH netamente ácido, sin problemas de salinidad ni sodicidad. Permeabilidad en extracto de saturación rápida. Niveles de materia orgánica altos. Niveles de nitrógeno medios, fósforo disponible bajo y potasio intercambiable extremadamente bajo.

Estrategias para potenciar la repoblación de bosque nativo en el área de influencia de la CTRT

Los bosques de *Nothofagus* presentan grandes inconvenientes para regenerarse cuando son sometidos a disturbios sistemáticos y permanentes, como lo es el ramoneo por parte del ganado (ovino o vacuno) y de la liebre. Es frecuente que durante el periodo invernal en donde el suelo se encuentra cubierto por la nieve durante periodos prolongados de tiempo, los árboles jóvenes que sobresalen sean sometidos a una fuerte presión de ramoneo por ser el único alimento disponible.

El área por restaurar presenta una elevada densidad de liebres a lo que se suma el uso frecuente por parte del ganado doméstico (vacas y caballos). Por tal motivo resulta indispensable el uso de protectores físicos que limite el acceso de los herbívoros y permitan a las plantas desarrollar una altura en donde las yemas de crecimiento apicales estén por encima del alcance del ganado.

Además de los insumos necesarios para los cercos perimetrales y elementos de seguridad como sordinas y guantes se requiere contar con la compra de una hoyadora, para realizar los pozos necesarios para instalar los cercos perimetrales y las plantas de lengas, la restauración del bosque nativo

Para la protección de los bosquetes se deben instalar cercos perimetrales. Los mismos pueden ser contruidos utilizando tirantes de eucalipto de 3" x 3" y 2 metros de largo, distanciados a 3 m entre sí y con refuerzos en los 4 esquineros. Se usan dos hilos de alambre galvanizado, para la sujeción del alambre hexagonal (tipo gallinero). Para evitar el ingreso de las liebres por la parte baja del cerco se deben colocar estacas metálicas, logrando que la parte baja copie los desniveles del terreno (imagen 123).



Imagen N° 123. Protección de bosquetes

Fuente: elaboración propia.

Traslado de plantines a Río Turbio

En las experiencias realizadas de Restauración del Bosque Nativo, se puede contar con el aporte de especímenes de lengas al vivero forestal del INTA en la localidad de Trevelin provincia de Chubut el cual cuenta con una amplia experiencia en la temática.

Las plantas adquiridas para la restauración son lengas obtenidas desde semillas colectadas deben tener más de dos años de edad (un año en vivero y uno al aire libre). El día previo a su traslado los plantines deben ser desenterrados, practicar una poda y enlodado de raíces y se los empaca cubiertas en nylon y en cajas de cartón de dos tamaños (50 o 100 ejemplares). Según lo expresado por los responsables del vivero estibadas de esta manera las plantas pueden soportar bien un periodo de 10 días antes de ser trasplantadas.

Los alumnos participantes recibieron instrucción teórico práctica específica en relación a la restauración de bosques nativos. Dicha capacitación estuvo a cargo del Ing. Forestal Lucas Monelos docente de las cátedras de "manejo de bosques" y "forestación y viveros" de la UNPA, así como también del personal del CAP Fabián Gaitan, Daniel Ruiz, Ing. Francisco Mattenet (imagen 124).



Imagen N° 124. Protección de bosquetes

Fuente: elaboración propia.

La capacitación teórica abarcó entre otros los siguientes temas: principales causas de la pérdida de bosques en la provincia de Santa Cruz, metodología y justificación de las técnicas de restauración activa y pasiva; producción y evaluación de plantines forestales; caracterización de la vegetación previa a la plantación, uso de aditivos que reducen el estrés hídrico de las plantas, etc.

En relación con los aspectos prácticos se realizó hincapié en buenas prácticas para la plantación y el uso de maquinarias e implementos de seguridad personal. Cabe destacar el desempeño de los alumnos participantes que además y gracias a la capacitación pudieron colaborar asistiendo e informando a los vecinos que se acercaron a colaborar en la restauración.

Supervivencia de la restauración instalada

Según la información existente respecto de la supervivencia de los plantines de lenga (evaluada luego de 5 años) empleando metodologías similares en las provincias de Tierra del Fuego, Río Negro y Neuquén, evidencian una gran variación en los resultados obtenidos.

Existen múltiples causales para esto algunas de las cuales son: edad, altura tipo de producción de las plantas utilizadas, procedencia, reparo y exposición del sitio a restaurar, cobertura y fertilidad del suelo, presión de ramoneo, aspectos relevantes del tiempo, etc.

En relación con este último el verano es el periodo más crítico que las plantas deben enfrentar. Los porcentajes de supervivencia van entre un 30% y un 70%. En la provincia de Río Negro y Neuquén realizan reforestaciones con mayor densidad de plantas con el fin de contrarrestar la mortandad y asegurar la instalación de un bosque.

A fin de evaluar los resultados de la restauración el 20 de abril de 2018 a 8 meses de la plantación se realizó el relevamiento de la supervivencia de las lengas plantadas. Para ello se instalaron transectas permanentes que servirán para poder dar seguimiento al monitoreo en los sucesivos años.

En cada bosque se relevaron tres transectas en sentido norte sur indicando inicio y fin de cada una con una estaca metálica pintada de rojo. Además de la supervivencia se registró la altura total y el mayor crecimiento del año las ramas (chupón). Los datos relevados son muy alentadores mostrando un promedio de 98.5% de supervivencia para este periodo.

A continuación se muestra tabla con el resumen de los datos obtenidos:

Cuadro N° 76. Datos de supervivencia de bosquetes

	Bosquete N°1	Bosquete N°3	Bosquete N°4	Bosquete N° 5
Supervivencia %	100	94	100	100
Altura promedio (cm)	37	42	29	33
Crecimiento promedio del brote más largo (cm)	12	13	11	13
N° árboles relevados	74	49	60	65

Fuente: elaboración propia.

Respecto de los alentadores resultados en la supervivencia medida en la primera temporada y en función de lo dicho anteriormente respecto de la importancia de las condiciones del tiempo para el exitoso establecimiento de las plantas se adjunta en el Anexo "C" registro de la estación meteorológica de la UNPA de Río Turbio para el periodo entre la implantación y el primer monitoreo de supervivencia (Sep. 2017/ Feb. 2018). Siendo uno de los aspectos más destacado una acumulación de 260,7 mm de precipitaciones para el mencionado periodo.

Experiencias que se pueden replicar para compensar la huella de carbono de la operación de la CTRT

Los estudios realizados en el proyecto "Restauración del Bosque Nativo en el sitio Mina Uno correspondiente al ejido urbano de la ciudad de Río Turbio", aportan una información relevante y procedimientos para poder llevar adelante Programas de Reforestación del Bosque Nativo y Compensación de la Huella de Carbono a lo largo del Ciclo de Vida del Funcionamiento de la Central.

Estas experiencias se pueden ampliar a toda el área de influencia, y considerar los siguientes puntos para su implementación:

- Lograr la restauración de 5 ha de bosque nativo degradado

Respetando la metodología de restauración propuesta para el presente trabajo, se instalaron en tiempo y forma 5 bosquetes de recolonización de ¼ ha cada uno, en los cuales se plantaron un total de 2181 plantines de lenga colocando cercos perimetrales a fin de evitar el daño por ramoneo. De esta forma se logró para la primera temporada de crecimiento una supervivencia del 98,5 %. Si bien la restauración del bosque nativo requiere de muchos años, en lo que respecta al periodo concerniente al proyecto se ha logrado iniciar en forma exitosa este proceso.

- Generar conciencia en la comunidad sobre el cuidado del ambiente

Mediante las "Jornadas Abiertas" como así también las "Jornadas de sensibilización" sirven para aumentar la conciencia sobre el cuidado del ambiente.

- Obtener mayor experiencia en la reforestación con especies nativas en Santa Cruz

No existiendo antecedentes previos en la provincia de Santa Cruz de reforestaciones de esta magnitud, la información recopilada en este trabajo, sienta las líneas de base necesarias que permitirán un correcto monitoreo de los resultados. Esto permitirá sin duda acrecentar la experiencia de los distintos organismos participantes en la restauración de nuestros bosques nativos. Además las instancias de capacitación realizadas aumentan

la calidad del recurso humano en condiciones de colaborar en futuros trabajos de esta índole para la provincia.

2.5. Arqueología y paleontología

2.5.1. Arqueología

Se presenta una evaluación del área de impacto directo e indirecto del proyecto, considerando una Línea de Base realizada por el equipo de Serman y Asociados: “Estudio de Impacto Ambiental de la Central Termoeléctrica a carbón Río Turbio” realizada en el año 2008. Asimismo, se evaluó otra bibliografía y se realizaron estudios sobre la información cedida por YCRT como comitente y responsable de las obras de la Central, así como recorridas de campo sobre las áreas de influencia directa e indirecta del proyecto.

A través de las evidencias materiales remanentes de las actividades humanas, la arqueología persigue, entre muchos objetivos, el de inferir cuáles fueron las estrategias implementadas por los grupos humanos para adaptarse al ambiente. Estas estrategias no pueden ser visualizadas sin realizar un estudio regional, ya que esta escala es la que permite predecir la ocurrencia de evidencia arqueológica correspondiente a diversos usos del espacio de las sociedades que habitaron la zona en el pasado.

Cronológicamente, el lapso que contemplan los estudios arqueológicos reseña la dinámica poblacional regional y sus particularidades. Abarca desde los primeros asentamientos en la región hasta tiempos históricos recientes, por lo que se considera tanto el registro arqueológico correspondiente a las poblaciones originarias como el generado por poblaciones indígenas y europeas posteriores a la misma.

Todas las evidencias de actividad humana pasada, concentradas en sitios de distinto tipo o bien en la forma de hallazgos aislados, conforman el patrimonio arqueológico. Son parte de este patrimonio los artefactos de distinta función y diferentes materias primas, estructuras de complejidad variada, representaciones rupestres y toda otra evidencia que permita inferir conductas en el pasado. Todos ellos se encuentran en un contexto (ambiental, topográfico, estratigráfico) *que es vital conservar* para poder dar sentido a la información que brindan los objetos de distinta naturaleza y las estructuras.

El patrimonio arqueológico es un bien único y no renovable que pertenece a la sociedad en su conjunto. Cualquier actividad que involucre movimiento de suelos es potencial generadora de impactos negativos sobre los bienes arqueológicos, ya que los remueve de su situación original (el contexto), perdiendo por lo tanto su capacidad explicativa.

La esencia singular hace de estos bienes patrimoniales y su carácter de no renovables que el impacto sobre ellos tenga, de acuerdo con diferentes autores, algunas características particulares:

- Es permanente: porque el impacto ocasionado se manifiesta a lo largo del tiempo.
- Es irreversible: porque, una vez impactados, los bienes arqueológicos pierden una de sus características esenciales: el contexto. Los bienes recuperados fuera de su contexto no proveen de información relevante.
- Puede no ser intencional: aún cuando las tareas de movimientos de suelos no alteren directamente el patrimonio arqueológico, la apertura de caminos de acceso o la cercanía de sitios arqueológicos de importancia al área de afectación de la obra pueden permitir el acceso de personas que lucren con los objetos provenientes de éstos.
- Es impredecible, ya que puede existir evidencia arqueológica enterrada, sin visibilidad superficial.
- Es puntual, ya que afecta evidencia arqueológica concreta.

En el presente apartado se exponen las características actuales respecto a sitios de interés patrimonial histórico, cultural y arqueológico en el área del actual emplazamiento y donde se realizaron las obras de la Central Termoeléctrica de Río Turbio, ubicada en el éjido de la delegación comunal de Julia Dufour, delimitada por la Ruta Nacional 40, el Río Turbio y al norte de 28 de Noviembre. La misma posee una superficie de 21,6 hectáreas.

La metodología de trabajo se basó en el estudio intensivo de las superficies comprometidas para realización de las obras, en pos de la identificación de sitios y materiales arqueológicos, históricos; y el registro de estos complementado con la asistencia de herramientas de posicionamiento satelital (GPS) y de máquinas fotográficas. No se ha realizado colecta de materiales debido al tipo de información necesaria en este estudio.

Evolución de la presencia humana en el área de estudio

El territorio de la actual provincia de Santa Cruz se encuentra habitado por el hombre desde hace aproximadamente 12.000 años. A partir del primer poblamiento hasta finales del siglo XIX, con la llegada y asentamiento de colonos criollos y europeos, estas latitudes estuvieron ocupadas por diversos grupos sociales que compartieron un tipo de economía cazadora-recolectora. Tales grupos humanos se caracterizaron por un modo de vida nómade y una subsistencia basada principalmente en la caza, la recolección y la pesca.

A nivel arqueológico, los sitios generados por los patrones de vida de estas sociedades suelen estar compuestos principalmente por desechos e instrumentos de piedra, cerámica, restos óseos y, en algunos casos, enterratorios individuales o grupales. Por otro lado, gran parte de los artefactos (lo que incluye vestimentas, adornos, estructuras habitacionales, por ejemplo) fueron elaborados en materiales perecibles, por lo que su conservación depende en gran medida de las condiciones locales microambientales en las que se hayan depositado/abandonado.

Por lo tanto, en base a los trabajos en áreas circundantes, es esperable para los emplazamientos en estudio la presencia de sitios arqueológicos manifiesta principalmente por concentraciones en superficie o en estratigrafía de los vestigios mencionados anteriormente, con la posibilidad de existencia de casos de preservación diferencial que permitan la pervivencia de materiales perecibles.

La Patagonia comprende la región biogeográfica más amplia de la Argentina. Esta región, y especialmente la provincia de Santa Cruz, se caracterizan por ser los últimos ámbitos de poblamiento y conformación de enclaves de colonización de población alóctona dentro del territorio de la República, iniciada hacia fines del siglo XIX y principios del XX.

Anteriormente el territorio patagónico continental estuvo poblado durante siglos por el pueblo tehuelche u aonikenk. La información con que se cuenta para los últimos cuatro siglos, si bien fragmentaria, procede de exploraciones y estudios realizados por viajeros, funcionarios y científicos europeos que dejaron sus testimonios escritos.

Con el crecimiento y desarrollo del Estado Argentino esta vasta región se incorpora al mismo como Territorio Nacional. Como parte de esta dinámica, el panorama social de relaciones entre sociedades indígenas y pueblos fundados por colonos comienza a complejizarse.

A partir de estas diferentes coyunturas el registro arqueológico también se diversifica y acrecienta, abarcando ya no solamente los restos relacionados con las poblaciones nativas, sino también todos aquellos elementos nuevos en el paisaje patagónico, relacionados con el emplazamiento de caseríos, delimitación de grandes estancias, comercios, etc. Este tipo de registro se relaciona con una rama de la Arqueología, denominado Arqueología histórica, cuyo campo de estudio incluye todas las manifestaciones arqueológicas de momentos históricos

hasta el pasado reciente.

Finalmente, debemos tener en cuenta que en el caso del área de Río Turbio, no se han realizado investigaciones arqueológicas sistemáticas, por lo que no existe información de base que permita conocer las características del registro arqueológico local. A manera de inferencias puede establecerse, en base a los antecedentes disponibles para la región, que puede alcanzar una profundidad temporal de alrededor de 12.000 años, desde las ocupaciones de los primeros americanos hasta los desarrollos urbanos de los siglos XIX y XX.

El patrimonio cultural del área a impactar, en consonancia con la Convención sobre la protección del patrimonio mundial, cultural y natural de la ONU, se compone entonces de las diferentes expresiones materiales que permitan caracterizar e investigar los diferentes procesos culturales acaecidos durante toda la historia de la región. La profundidad temporal de las ocupaciones en la región, cuyo componente prehispánico no se conoce con exactitud, hace que el patrimonio cultural sea diverso y representativo de diferentes momentos históricos. Por lo tanto, cualquier intervención deberá someterse a los estándares de protección de dicho patrimonio.

Como se ha comentado anteriormente, la prospección arqueológica se realizó para el sitio de emplazamiento del proyecto, sectores aledaños a este y un sector ubicado a 32 km de este. Este último fue tomado como parámetro de referencia para la generación de expectativas en cuanto a materiales arqueológicos factibles de hallar en la zona.

Sitios arqueológicos relevantes y conocimiento histórico

La cuenca Magallánica (en la que se encuentra el área de Río Turbio) se caracteriza por la presencia de numerosos sitios arqueológicos, correspondientes a la amplia cronología de ocupación del área, y que evidencian la utilización diferencial del espacio de las sociedades de cazadores-recolectores que la habitaron. Estas ocupaciones se evidencian en sitios arqueológicos en distintos emplazamientos (cuevas, a cielo abierto) en los que se desarrollaron diversas actividades (enterratorios, actividades domésticas, áreas de taller, etc.), vinculadas a la explotación de diferentes recursos (ríos, cuerpos de agua, lugares de acecho y cacería, etc.).

En la porción Sur del continente (sur de la Provincia de Santa Cruz y Región de Magallanes - Chile) se han registrado sitios arqueológicos correspondientes a las primeras ocupaciones humanas de Sudamérica, tales como Cueva de Las Buitreras (Santa Cruz); y Fell, Palli Aike y Cañadón Leona (cuenca del Río Chico, Chile) y Cuevas del Mylodon, del Medio y Lago Sofía 1, (Seno de Ultima Esperanza, Chile).

En el sitio arqueológico Las Buitreras (Caviglia y Figuerero Torres 1976; Sanguinetti de Bórmida 1976, 1980, 1999) se distinguieron 3 componentes ocupacionales. El Componente Inferior data del Pleistoceno final - Holoceno temprano (aproximadamente 9000 años AP), y presenta asociación de elementos culturales (artefactos, fogones) con fauna extinguida (*Myloodon sp*, *Hippidion sp*). Los otros dos componentes contienen evidencia de ocupaciones del Holoceno medio y tardío.

Los sitios arqueológicos Cueva Fell y Pali Aike (Bird 1938, 1988) fueron estudiados por Junius Bird, en la década de 1930, allí identificó restos de ocupaciones culturales en asociación con fauna extinguida y fauna moderna (caballo americano, milodón y camélidos) vinculados a puntas de proyectil "Cola de Pescado", litos discoidales, y otros instrumentos, vinculados a fogones. En Cueva Fell diferenció claramente cinco períodos culturales indígenas previos al contacto con los europeos y un período histórico más reciente. Los restos culturales más profundos de la Cueva de Fell permitieron al autor definir su primer período dentro de la

secuencia cultural propuesta.

Este primer período o período I de Fell guarda relación, según Bird, con los depósitos culturales más profundos de la Cueva Pali Aike. Allí encontró un pedúnculo de punta cola de pescado, un lito discoidal fragmentado y otros artefactos líticos, junto a restos quebrados y quemados de caballo nativo y milodón. Además descubrió tres esqueletos humanos con huellas de cremación, en asociación con fauna extinta y moderna (Bird 1938, 1988) (Massone y Prieto 2004).

Si bien Fell y Pali Aike han sido los primeros sitios de la región en arrojar información acerca de las primeras ocupaciones humanas, con el transcurrir de los años y a través de nuevas investigaciones, el sector sur del continente ha mostrado ser un área próspera en evidencias sobre los primeros americanos. De esta manera, Cueva del Milodón (Saxon 1976), Lago Sofía 1 (Prieto 1991), Cueva del Medio (Nami 1985-86, 1987, Nami y Nakamura 1995), Tres Arroyos (Massone 1983, Massone et al 1998), y Cueva Don Ariel (Nami 1993) amplían la información sobre el poblamiento temprano de la región.

La cuenca Magallánica presenta, entonces, nutrida información acerca de los momentos iniciales de ocupación humana, lo que la sitúa como un área de alta importancia en la arqueología sudamericana. Sin embargo no solo por este rasgo, ya que además la existencia de sitios correspondientes a diferentes momentos de la historia (Holoceno temprano, medio y tardío; momentos históricos) permite estudiar el desarrollo histórico de las distintas sociedades que lo habitaron y los procesos sociales y políticos que tuvieron a este sector patagónico como escenario (conquista y colonización europea, consolidación del Estado Nacional, huelga de peones rurales (década 1920) , exploración y explotación petrolera/minera).

Así, por un lado se encuentran localidades arqueológicas con sitios en abrigos rocosos: El Volcán 4 (correspondiente al Holoceno medio, Sanguinetti 1984) y Alero Potrok Aike (holoceno medio y tardío, Gómez Otero 1986-87); enterratorios humanos (Monte Aymond, Guerra de Fretes 1977), y paraderos indígenas del siglo XIX Güer Aike, Kele Aike -Kilik Aike- y Shaiken (Lista 1975).

Por último, cabe mencionar las investigaciones realizadas al norte de la cuenca del Río Turbio, en las redes de drenaje de los ríos Coyle y Santa Cruz, en las que también se detectaron sitios arqueológicos con cronologías que van desde la transición Pleistoceno Holoceno (Chorrillo Malo 2, Franco y Borrero 2003) hasta el Holoceno tardío (Punta Bonita, Franco y Aragón 2004). En base a los estudios arqueológicos realizados desde la década de 1980 en el sur de la provincia de Santa Cruz, algunos autores han propuesto el carácter marginal del registro arqueológico al sur del río Santa Cruz (Borrero y Manzi 2007).

Datos históricos del pueblo de Río Turbio

En 1876 aparecen las primeras referencias escritas sobre carbón mineral en Santa Cruz, resultado de la expedición que, en octubre de 1867 partió de la Isla Pavón, ordenada por Luís Piedrabuena, para seguir hasta las nacientes del Río Santa Cruz. En 1883, explora los valles del Río Turbio el Primer Gobernador de Santa Cruz, Carlos María Moyano, quien estudiaba las cuencas hidrográficas en apoyo a la tesis argentina sobre su soberanía en esta región.

La mayor actividad económica de las primeras décadas giró en torno al desarrollo de exploración, extracción y comercialización del carbón mineral. Lo que es hoy Río Turbio, antes del año 1943 (en que se inició la explotación carbonífera), fue un lugar de tránsito en la frontera argentino-chilena para llegar a la ciudad de Puerto Natales (Chile) con hacienda lanar, en cuyo frigorífico se faenaban hasta centenares de miles de cabezas al año. Con el inicio de la

explotación del yacimiento de carbón mineral, descubierto en el año 1887, declinó la explotación de ovinos en pie. El primer centro urbano en el sudoeste mismo del entonces Territorio Nacional de Santa Cruz se trasladó un poco más al oeste, casi al pie del cerro Dorotea, quedando donde estaba el Juzgado de Paz y la policía territorial, el hoy "Turbio Viejo".

En lo que respecta al ejido de Río Turbio, y a las áreas en las que se construyó la Central Termoeléctrica, no se han registrado antecedentes de investigación, es decir no se ha generado información de base que permita ubicar sitios arqueológicos, ni conocer las características con las que estos se presentan en el área (emplazamiento, cronología, procesos de formación de sitios en la región, etc.).

Sin embargo, dado que la cuenca Magallánica cuenta con evidencia ocupacional desde fines del Pleistoceno, y que existen datos de ocupaciones en distintos puntos del área durante el Holoceno (a ambos lados de la cordillera de los Andes), incluso en tiempos históricos, el área de Río Turbio conforma un espacio que debe haber sido conocido y utilizado por las poblaciones indígenas en el pasado y, por lo tanto, posee una riqueza potencial en Patrimonio Arqueológico, Histórico y Cultural que no ha sido evaluada.

Metodología y desarrollo de los trabajos

La prospección arqueológica, realizada por el equipo de Serman y Asoc., utilizó una técnica de recolección y adquisición de datos, estructurada en una serie de trabajos de campo y de gabinete, que permite documentar y descubrir aquellos sitios, enclaves, yacimientos, lugares o hallazgos aislados con evidencias de interés arqueológico e histórico existentes en la zona de trabajo propuesta. Esta técnica le permite obtener, a través de la información más completa, una descripción sobre los yacimientos y sobre el territorio en el que se localizan. Asimismo, este análisis posibilita establecer el grado de incidencia y evaluar los posibles impactos de las obras en los bienes tangibles con interés histórico.

Este modelo ha sido aplicado a todas las transectas llevadas a cabo en el área de emplazamiento y su área de influencia, dentro del ejido municipal de Río Turbio. La prospección de tipo intensivo consiste en la cobertura e inspección de una muestra significativa de toda la superficie a impactar.

Los miembros del equipo en relación a la topografía del terreno y características particulares de los mismos han mantenido una equidistancia teórica de 100 metros entre cada una de las transectas, cubriendo tanto la superficie de referencia del área del proyecto como el terreno inmediato en las mencionadas direcciones. La estrategia operativa se efectúa mediante el recorrido lineal y completo de cada transecta entre los puntos extremos marcados en los correspondientes polígonos, con inicio en un punto Aa1 y final en un punto AaX.

Por otro lado, junto a la documentación e inspección intensiva del también se efectuó una recopilación de datos sobre los sitios arqueológicos de la región conocidos con anterioridad a los presentes trabajos, revisando la bibliografía correspondiente y consultando la información arqueológica disponible en la Dirección de Patrimonio Cultural Provincial de Santa Cruz. Estos corresponden a los trabajos de documentación en gabinete. Uno de los aspectos básicos y esenciales en este tipo de trabajos arqueológicos es la recolección de datos e información referidas a la zona de estudio, habida cuenta de que son elementos necesarios para el conocimiento previo de la realidad arqueológica e histórica existente, así como una valiosa ayuda en el posterior trabajo de campo.

Recopilación bibliográfica

Para evaluar el potencial arqueológico de este territorio se realizó una consulta y

sistematización de la bibliografía y documentación existente sobre la zona de estudio, recurriendo tanto la bibliografía histórica como las obras generales de carácter arqueológico y a estudios concretos sobre determinados sitios arqueológicos o periodos históricos que puedan ayudar a aproximar la realidad arqueológica del espacio en estudio.

Para la provincia de Santa Cruz existe una gran cantidad de bibliografía específica que registra estas temáticas, por este motivo se ha realizado una selección por incumbencia temática local y regional, buscando brindar un amplio marco de referencia que permita estimar la sensibilidad del área en materia de posibles hallazgos de valor arqueológico e histórico.

Entre ellos cabe destacar los libros de Actas de los Congresos Nacionales de Arqueología Argentina de los años 1997, 1999, 2001, 2004, 2007 (ver Bibliografía), libros de Actas de las Jornadas de Arqueología de la Patagonia de los años 1996, 1999, 2002, 2005 (ver Bibliografía), así como trabajos de un conjunto amplio de Libros y Revistas Científicas específicas de las temáticas histórica y arqueológica.

Entre los materiales consultados se encuentran: Leyes, Decretos y Normativas respecto al patrimonio, de los gobiernos Nacional y Provincial.

El trabajo de búsqueda a través de la bibliografía permitió realizar la jerarquización de antecedentes arqueológicos en el área en diferentes escalas geográficas (local, microrregional, regional): como forma de acercamiento a la realidad arqueológica de la región a impactar. De esta manera, se evaluaron las posibilidades de existencia de sitios arqueológicos en el área, así como de las características de emplazamiento y de las posibles cronologías de ocupación de la región. Este conocimiento permite establecer pautas para el relevamiento en campo.

Cartografía

Se llevó a cabo un reconocimiento cartográfico de las áreas como elemento auxiliar al procedimiento de jerarquización de antecedentes arqueológicos, que permite la evaluación de unidades del paisaje involucradas en el impacto y las variaciones en el uso del paisaje observables en la cartografía. Los mapas empleados para estos trabajos de prospección intensiva fueron los siguientes:

- Mapa a escala 1:50.000 de cada una de las alternativas.
- Imágenes satelitales 1:50.000

Diseño de relevamiento y muestreo

Teniendo en cuenta los antecedentes arqueológicos e históricos para la región y las dimensiones y características geomorfológicas del espacio, se procedió al establecimiento de las acciones sobre el terreno, y determinación de los procedimientos de campo y unidades de muestreo a implementar.

El diseño de relevamiento y muestreo elaborado e implementado consistió en la prospección pedestre de tipo intensivo y sistemático de las superficies de las áreas a impactar. Los investigadores realizaron su recorrida manteniendo una equidistancia teórica de 100 m entre cada una de las transectas, cubriendo tanto la superficie de referencia del área del proyecto como el terreno del área de influencia.

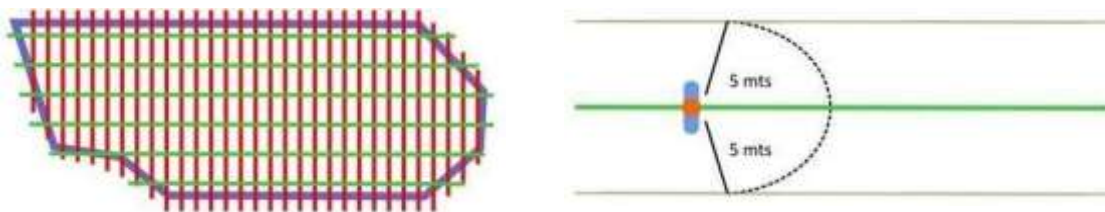
Las transectas fueron ingresadas en las planillas de registro con los siguientes códigos: Aa1, la A nos indica que se trata de una transecta realizada en la Alternativa 1; la a nos indica el nombre de la transecta y el 1 indica el número de waypoint tomado en la misma (imagen 125).

Se efectuó un recorrido lineal y completo de cada transecta entre los puntos extremos marcados en los correspondientes polígonos, con inicio en un punto Aa1 y final en un punto

AaX. Cada prospectador volcó la información en cuanto a ocurrencia de materiales arqueológicos, históricos o de valor patrimonial en planillas confeccionadas para tal fin y en las respectivas libretas de campo.

Durante la prospección arqueológica intensiva del terreno se utilizó GPS como herramienta auxiliar para el relevamiento del patrimonio arqueológico e histórico, asimismo, se registraron elementos del paisaje que por su situación topográfica (vg. rasgos destacados) o por su utilidad (vg. ojos de agua, afloramientos rocosos) pudieran haber sido de interés para los grupos humanos que lo habitaron.

Una adecuada sistematización de la información generada en campo como la obtenida mediante la evaluación de antecedentes implica su presentación mediante la elaboración de SIG de interés arqueológico e histórico de las áreas a impactar.



Diseño de relevamiento de un sector mediante transectas paralelas y transversales, según el caso. (10 metros).

Imagen N° 125. Modelo de relevamiento por transectas y cobertura visual

Fuente: elaboración propia en base a recopilación de antecedentes Serman y Asoc. (2008) y UTN (2011 y 2015).

Entrevistas

Las entrevistas a pobladores locales configuran una herramienta metodológica muy útil para la investigación arqueológica. A través de las mismas podemos acceder a los saberes respecto a las características del registro arqueológico local: este procedimiento resulta de gran utilidad en aquellas zonas en las que no se han desarrollado investigaciones arqueológicas o históricas, ya que los pobladores son quienes poseen conocimiento de los paisajes en los que habitan. Las entrevistas generan información de relevancia en cuanto a las características de los registros arqueológico e histórico de la región, permitiendo su ubicación y relevamiento.

Estudios de sectores de referencia

Se trata de ámbitos con un alto potencial de contener sitios y materiales arqueológicos o históricos. Los mismos son detectados en base a los antecedentes y la información obtenida durante las entrevistas. Estos espacios se relevan siguiendo metodologías prospectivas convencionales. Son de gran utilidad al momento de comparar los procesos de formación de sitios presentes en el área a impactar con los de diversos tipos de sitios arqueológicos identificados para la región en estudio.

Resultados

Las transectas por las cuales se revisó el espacio de emplazamiento del proyecto contemplaron la cobertura visual de un ancho de banda de 10 m, unos 5 m hacia cada flanco partiendo desde el prospectador.

Como se mencionó anteriormente, el área del proyecto fue identificada con la letra A. La superficie de la misma que involucra 21,6 ha lo equivalente a 216.000 m² fue relevada por medio de 12 transectas (imagen 126 y 127) que discurrían en dirección Este-Oeste. Las transectas fueron nombradas con la letra que identifica la Alternativa, seguida de una letra que identifica cada transecta y finalmente el número de waypoint, que indica la cantidad de puntos tomados en cada transecta.

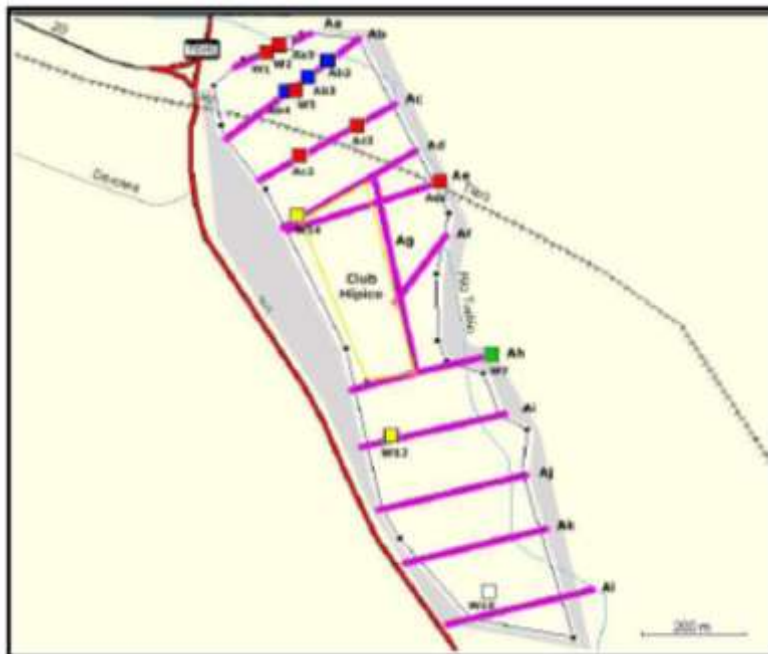


Imagen Nº 126. Diseño de relevamiento y puntos de interés en el área del proyecto

Referencias: En rojo: evidencia histórica; Azul: banco de rodados; Verde: perfiles naturales; Amarillo: establecimientos actuales; Blanco: pozo de extracción de sedimento. La zona grisada corresponde al área de influencia prospectada.

Fuente: Serman y Asoc. (2008).



Imagen N° 127. Diseño de relevamiento y puntos de interés en el área del proyecto
Fuente: Serman y Asoc. (2008).

También fueron prospectadas sus áreas de influencia, incluyendo barrancas del Río Turbio. El sector de los terrenos del basurero municipal no fueron relevados por encontrarse la acumulación de residuos sólidos obstruyendo la superficie natural del terreno.

En el sector norte de la implantación del proyecto es notable la presencia de ítems de interés histórico y cultural cuya cronología fue estimada en el siglo XX. Por un lado, la presencia de restos de estructuras arquitectónicas pertenecientes a contrapisos de gamelas y galpones de las instalaciones del ferrocarril que comunica Río Turbio con Río Gallegos.

Según revelaron informantes estas instalaciones habrían sido abandonadas en el último tercio del siglo XX y el predio funcionó como club de actividades deportivas del ferrocarril. Estos contrapisos también pueden ser atribuidos a las bases de las construcciones precarias de población mayoritariamente chilena que ocupó el lugar en la década de 1970.

Los variados materiales históricos detectados en las transectas Ac y Ad, como: fragmentos de losa, salamandra, herrajes, postes; estarían vinculados de manera directa con los diferentes usos dados a este sector del paisaje a través del tiempo: por un lado dependencias del ferrocarril, y por otro el precario asentamiento habitacional.

Asimismo se han registrado pozos de extracción de sedimentos y/o gravas, probablemente actuales, que si bien no representan bienes patrimoniales, reflejan prácticas extractivas de uso corriente en este sector.

Los bancos de rodados detectados se encuentran con diferentes densidades en todo el sustrato de esta Alternativa y funcionan como fuente de gravas para la construcción. Se resalta que a nivel arqueológico, cobran interés como potencial fuente secundaria de materias primas para la manufactura de artefactos líticos, por la presencia de rodados de litologías con diferentes calidades para ese fin. Este tipo de fuentes de rocas es considerado de relevancia en los estudios de la estructura regional de los recursos líticos (Franco 2000, Hermo 2008) por la información que pudieran aportar sobre el ambiente y el empleo de estrategias de uso del paisaje de sociedades cazadoras-recolectoras.

Cabe destacar que gran parte del sector medio del área del proyecto se encuentra ocupado

por las instalaciones del Club Hípico Santos Vega. Estas instalaciones están delimitadas por un alambrado perimetral y hacia su interior se encuentran corrales de postes y alambre, edificaciones de chapa y madera, y una pista de carreras. Todos estos elementos son de uso actual por los pobladores de Julia Dufour y alrededores, para determinados eventos y festividades que hacen a la identidad de la población local.

Por último, los sectores medio (en parte) y sur del área del proyecto, se encuentran ocupados por el actual basurero municipal, debido a esto y siguiendo la metodología de relevamiento, los parches de terreno cubiertos por los desechos sólidos no fueron transitados. Este predio es utilizado de forma continua desde la década de 1970 a la actualidad, para la disposición de residuos de los centros de población cercanos (Río Turbio, Julia Dufour, 28 de Noviembre).

En el cuadro 77 se observan los ítems arqueológicos, históricos o de valor patrimonial identificados en el estudio realizado por Serman y Asoc.

Cuadro N° 77. Presencia de ítems arqueológicos, históricos o de valor patrimonial, por transectas para el área donde se implantó el proyecto

Transecta	Ítem	Cronología estimada	Referencia
Aa	Banco de rodados	Indeterminado	Aa3
	Contrapisos	Siglo XX	W1, W2 (imagen 113)
	Pozos de extracción de sedimentos/gravas	Siglo XX	Aa3 (imagen 128)
Ab	Banco de rodados	Indeterminado	Ab2, Ab3, Ab4 (imagen 130)
	Contrapisos	Siglo XX	Ab3, W3 (imagen 131)
Ac	Banco de rodados	Siglo XX	Ac2
	Contrapisos	Siglo XX	Ac2
	Material histórico	Siglo XX	Ac3
Ad	Material histórico	Siglo XX	Imagen 132
Ae	Contrapisos	Siglo XX	AeX
	Estructura arquitectónica: Club Hípico Santos Vega	Siglo XX	W14 (imagen 134)
Af	Estructura arquitectónica: Club Hípico Santos Vega	Siglo XX	Imagen 134
	Pozos de extracción de sedimentos/gravas	Siglo XX	-
Ag	Estructura arquitectónica: Club Hípico Santos Vega	Siglo XX	-
Ah	Estructura arquitectónica: Club Hípico Santos Vega	Siglo XX	-

	Perfil de barranca del río Turbio	Siglo XX	W7 (imagen 121)
Ai	Estructura habitacional: casilla del encargado de basurero	Siglo XX	W12
Aj	Basurero municipal	Siglo XX	-
Ak	Basurero municipal	Siglo XX	-
Al	Basurero municipal	Siglo XX	Imagen 122
	Pozos de extracción de sedimentos/gravas	Siglo XX	W10

Fuente: elaboración propia en base a recopilación de antecedentes UTN (2011 y 2015).



Imagen N° 128. Contrapiso de las dependencias del ferrocarril

Fuente: elaboración propia en base a recopilación de antecedentes Serman y Asoc. (2008) y UTN (2011 y 2015).



Imagen N° 129. pozo de extracción de sedimento
Fuente: elaboración propia en base a recopilación de antecedentes Serman y Asoc. (2008) y UTN (2011 y 2015).



Imagen N° 130. Vista de rodados
recopilación de antecedentes Serman y Asoc. (2008) y UTN (2011 y 2015).



Imagen N° 131. Contrapiso de las dependencias del ferrocarril
Fuente: elaboración propia en base a recopilación de antecedentes Serman y Asoc. (2008) y UTN (2011 y 2015).



Imagen N° 132. Salamandra

Fuente: elaboración propia en base a recopilación de antecedentes Serman y Asoc. (2008) y UTN (2011 y 2015).



Imagen N° 133. Cobertura vegetal

Fuente: elaboración propia en base a recopilación de antecedentes Serman y Asoc. (2008) y UTN (2011 y 2015).



Imagen N° 134. Vista del antiguo Club Hípico Santos Vega de Julia Dufour

Fuente: elaboración propia en base a recopilación de antecedentes Serman y Asoc. (2008) y UTN (2011 y 2015).



Imagen N° 135. Cobertura vegetal

Fuente: elaboración propia en base a recopilación de antecedentes Serman y Asoc. (2008) y UTN (2011 y 2015).



Imagen N° 136. Fotoensamblaje: perfil expuesto del basurero y suelo.

Fuente: elaboración propia en base a recopilación de antecedentes Serman y Asoc. (2008) y UTN (2011 y 2015).



Imagen Nº 137. Vista panorámica del basurero municipal antes del comienzo de las obras

Fuente: elaboración propia en base a recopilación de antecedentes Serman y Asoc. (2008) y UTN (2011 y 2015).

Se asignó especial atención a aquellos perfiles naturales del terreno conformados por las barrancas del río y aquellos situados en las excavaciones antrópicas mencionadas. Esto permitió generar información adicional respecto a presencia/ausencia de material arqueológico e histórico en estratigrafía, hecho que reflejaría diferentes ocupaciones de este espacio a través del tiempo.

El relevamiento de perfiles permite asimismo distinguir elementos clave para interpretar la historia depositacional del sector. Como ejemplo se menciona la presencia de material cultural moderno enterrado en la parte superior del perfil estratigráfico (imagen 136), que corresponde al suelo actual, permite interpretar actividades de remoción de residuos, así como la dinámica de enterramiento de ítems culturales. En las capas inferiores no se detectó material arqueológico/histórico, por lo tanto hasta nuevos sondeos se las considera estériles en términos culturales.

Finalmente, es destacable la presencia de una amplia cobertura vegetal (detalle en imagen 133 y 135) en toda la superficie del área del proyecto. Esta cubierta vegetal, correspondiente a la estepa herbácea, se caracteriza por su alta densidad y cobertura total de la superficie; lo que sumado a las características de generación de los depósitos estratigráficos (i.e. enterramiento de objetos), genera una visibilidad arqueológica nula a muy baja. Esta situación no se manifiesta de este modo en otros sectores de Patagonia continental de estepa arbustiva, donde la cubierta vegetal es menos densa y permite una mayor visibilidad de la superficie y por lo tanto de los materiales arqueológicos allí depositados.

Dejando de lado el potencial de aprovechamiento que en el pasado pudieron haber tenido los rodados presentes en el área del proyecto, no se ha detectado material arqueológico en superficie, ni en la acotada muestra de perfiles estratigráficos relevados en esta área a impactar. Esto puede atribuirse a:

1. La ausencia de ocupaciones indígenas en este predio.
2. El desarrollo de actividades culturales esporádicas o eventuales, que dejan una baja señal arqueológica.
3. La acción de procesos naturales que modifican el paisaje, invisibilizando las señales arqueológicas que pudieran estar presentes.
4. El sesgo metodológico resultante de la estrategia de relevamiento empleada.
5. La actuación conjunta de uno o varios de los elementos anteriores.

La aplicación de otros procedimientos metodológicos de relevamiento del terreno (vg. muestreo mediante sondeos estratigráficos) que corrobore la ausencia de material

arqueológico registrada en este informe, permitiría asignar al área del proyecto un valor de sensibilidad arqueológica nula o muy baja.

Conclusiones

Los resultados obtenidos en el presente trabajo generan información de base acerca del Patrimonio Arqueológico, Histórico y Cultural local y regional.

En el área del proyecto se registraron estructuras arquitectónicas representadas en:

1. Las antiguas dependencias del ferrocarril que detentan valor histórico, y en asociación a estas se hallaron objetos relacionados a las prácticas que allí tuvieron lugar.
2. Las instalaciones del Club Hípico Santos Vega, con valor cultural, en tanto cumple una función social recreativa actual.
3. El basurero municipal, dependencia que paulatinamente se está desafectando debido a la construcción de una Planta de Tratamiento de residuos sólidos urbanos en cercanías a la localidad de Río Turbio.

Cabe destacar que por medio de las entrevistas se obtuvo conocimiento de la existencia de un asentamiento correspondiente a la década de 1970, cuyo correlato material no pudo ser detectado debido a las posteriores remociones de materiales.

Asimismo se han identificado: aguadas antrópicas, pozos de extracción de sedimentos/gravas y acumulaciones y/o bancos de rodados. El primer ítem señala una utilización actual del recurso ácuo, probablemente relacionado con los habitantes de las unidades productivas inmediatas. Los pozos de extracción de sedimentos/gravas indican prácticas extractivas contemporáneas. Estos elementos implican una valoración económica y social, a nivel local.

Las acumulaciones y bancos de rodados, por su ubicación y distribución homogénea en el paisaje, en espacios cercanos a fuentes de agua; por comprender litologías con diferentes calidades, testeadas en campo, cobran interés arqueológico como potencial fuente de materias primas para la manufactura de artefactos líticos para las sociedades de economías cazadoras-recolectoras que habitaron la Patagonia por más de diez mil años. Los rasgos asociados a estas imprimen una valoración de tipo arqueológico, cultural y patrimonial susceptibles de ser sometidos a estudios particulares desde la disciplina arqueológica.

Atendiendo al número y entidad de los ítems relevados en el área del Proyecto antes del comienzo de las obras, se debe señalar que en las 12 transectas realizadas, se han detectado un total de 21 elementos de interés. Respecto a su cronología cabría hacer mención que en su mayoría corresponden a construcciones, restos, dependencias u elementos adscritos al siglo XX, y en dos casos a cronología indeterminada. Estos ítems se identifican con actividades productivas, económicas y culturales (esparcimiento) propias del crecimiento y desarrollo de los enclaves urbanos locales durante la segunda mitad del siglo XX.

Se han determinado sólo las acumulaciones y bancos de rodados, considerados desde la arqueología como fuentes potenciales de materia prima pueden ser adscriptos a cronologías de uso tan diversas como el Pleistoceno final y todo el Holoceno, por las sociedades que colonizaron, obraron y habitaron esta región de Patagonia.

2.5.2. Paleontología

Argentina posee importantísimos yacimientos fosilíferos, la mayoría de ellos corresponden a depósitos de la Era Paleozoica. Pero la región Patagónica presenta el registro fosilítico más importante en el país de los grandes saurios del Jurásico (era Mesozoica) (Apesteguía, 1993). La provincia de Santa Cruz no escapa a esta descripción.

El interés científico es de carácter estratigráfico y paleontológico. El primero por ser el área tipo de las secuencias cenozoicas de las formaciones Cerro Dorotea y Río Turbio, que comprende el límite Paleoceno-Eoceno, al momento una de las pocas localidades geológicas argentinas en que se ha fijado; y paleontológico desde el punto de vista de las secuencias las cuales son ricas en flora y fauna.

En la región de la cuenca del Yacimiento Río Turbio, al oeste de la localidad homónima, se ubica el sector superior de la Fm. Cerro Cazador, la cual presenta una interesante fauna de Ammonites. Suprayacente a esta unidad se encuentra la Fm. Dorotea, donde se observa una fauna abundante integrada entre otros por Braquiópodos (*Magellania*), Pelecípodos (*Lahillia gigantea*, *Ostrea rionegrenses*) y Gasterópodos (*Natica cerreria*) (imagen 138).



Imagen Nº 138. Vistas de ammonites, izq; *Magellania* (centro); y gasterópodos, dercha

Fuente: elaboración propia en base a recopilación de antecedentes Serman y Asoc. (2008) y UTN (2011 y 2015).

La flora fósil de la Fm. Río Turbio consta principalmente de Angiospermas dicotiledóneas, con helechos y coníferas subordinadas. En un mismo nivel plantífero es posible encontrar asociados elementos de clima templado-frío (*Fagus*, *Nothofagus*, etc.) con elementos de clima tropical y subtropical (*Ocotea*, *Nectandra*, *Piperites*, *Paullinia*, *Cupania*, *Cissus*, entre otros).

Relevamiento de las unidades aflorantes

Entre la fauna encontrada en esta formación es posible mencionar a *Venericor sp.*, *Lahillia gigantea*, *Cucullaea* y *Pholadomya*, en la parte alta se ubica a *Ostrea máxima*. Suprayacente a la Fm. Río Turbio se ubica la Fm. Río Guillermo, donde se observan restos de *Fagus*, *Nothofagus*, *Araucaria*, entre otros.

En la zona de Río Turbio solamente Brandmayr (1945) encontró en areniscas basales de la meseta Latorre restos de mamíferos santacruceses, como también en tobas ubicadas por encima de estas areniscas, los principales hallazgos son *Astrapotherium magnum* Owen, *Perimys perpinguis* Ameghino y placas dermales de *Proetatus robustus*.

En la provincia santacruceña fueron descubiertos 8 ejemplares juveniles del dinosaurio prosaurópodo *Mussaurus patagonicus*, junto a 2 huevos que formaban aparentemente parte de un nido. El descubrimiento tuvo lugar en sedimentos del Triásico tardío pertenecientes a la Formación El Tranquilo, depositados hace unos 220 millones de años aproximadamente. Este dinosaurio fue descrito por Bonaparte y Martín Vince en 1979.

Algunos de los dinosaurios del Jurásico tardío se encuentran representados en la provincia de Santa Cruz por huellas fósiles descubiertas en areniscas de la Estancia Laguna Manantiales al noreste de la provincia. De acuerdo al estudio llevado a cabo por Casamiquela en 1964, las huellas resultaron ser de 3 tipos de dinosaurios pequeños y de 1 mamífero primitivo. Uno de los dinosaurios era un cuadrúpedo, posiblemente ornitiscuio, al que denominó *Sarmientichnus scagliai*. Los otros dos eran dinosaurios carnívoros, el *Wildeichnus navesi* y *Delatorrichnus goyenechei*. El pequeño mamífero, posiblemente del Jurásico medio, fue denominado *Ameghinichnus patagonicus*.

Se ha encontrado también restos óseos de un titanosaurio gigante llamado *Argyrosaurus superbus* (descrito en 1893 por Richard Lydekker) a orillas del río Senguer, al sur de Colonia Sarmiento. La edad de este dinosaurio posiblemente sea del Cretácico tardío.

Cerca del área de estudio, en las proximidades de la localidad chilena de Puerto Natales, se descubrió en 1896 restos (óseos, de piel y fecas) de un mamífero extinto de grandes dimensiones, muy bien conservados en el interior de una cueva (imagen 139). El denominado Milodón (*Mylodon darwini*) era un herbívoro del género de los gravígrados que se parecía a un gran oso con cabeza de camello, que se calcula medía dos veces el tamaño de un hombre. Pertenecería a la misma familia de los actuales armadillo, oso hormiguero y perezoso.

Los investigadores calculan que se habría extinguido probablemente a fines del Pleistoceno. El lugar del hallazgo ha sido declarado Monumento Natural por el vecino país. Cueva del Milodón consiste en un conjunto de cuevas y un conglomerado rocoso denominado Silla del Diablo. Estas grutas se habrían formado por la erosión de las olas de lodo que invadieron la cuenca de Puerto Natales, durante el retiro progresivo del enorme manto de hielo que la rellenaba durante la última glaciación del Cuaternario.

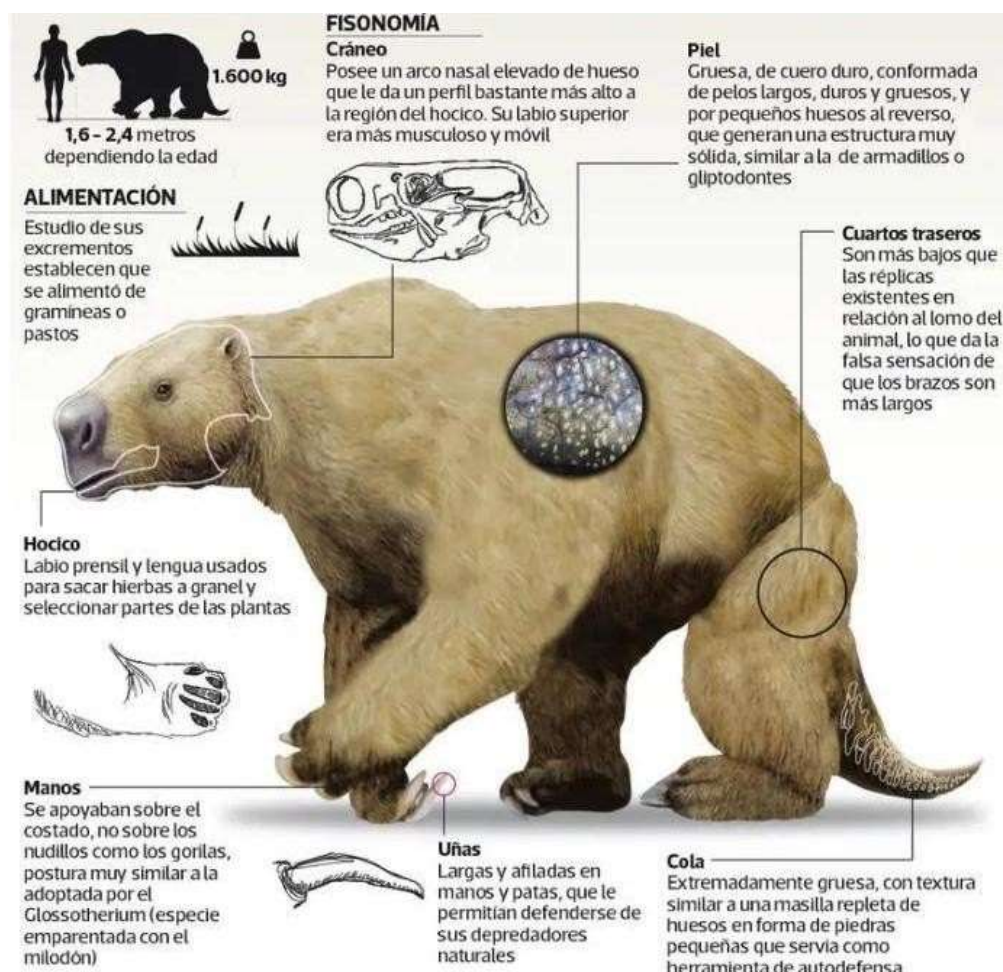


Imagen N° 139. Características generales del Milodón

Fuente: elaboración propia en base a recopilación de antecedentes Serman y Asoc. (2008) y UTN (2011 y 2015).

Como ya se ha descripto en el Item Geología el marco geológico general del área de estudio forma parte de la provincia geológica Cuenca Austral, con unidades clásticas de edad Cretácico superior (era Mesozoica), Terciario y Cuaternario (era Cenozoica).

La secuencia de las formaciones aflorantes descriptas para el área son (desde las más antiguas): Formación río Turbio – Formación Cerro Dorotea de edad Paleógeno-Eoceno (período Terciario); Formación río Guillermo de edad Paleógeno-Eoceno superior (período Terciario); Formación río Leona de edad Paleógeno-Eoceno superior-Oligoceno inferior (período Terciario); Depósitos glaciarios de edad Pleistoceno (período Cuaternario); Depósitos de terraza superior, acumulaciones glacifluviales y glacilacustres indiferenciadas de edad Pleistoceno (período Cuaternario); Depósitos de terraza inferior - Depósitos de planicie aluvial de edad Holoceno (período Cuaternario); y Depósitos de remoción en masa de edad Holoceno (período Cuaternario). Dichas unidades fosilíferas se pueden observar en el anexo 9.

En los sedimentos de estas formaciones se ha notificado la presencia de restos de invertebrados marinos y plantas fósiles, particularmente troncos silicificados y carbonizados. Pero hasta ahora, no se ha descubierto ningún yacimiento fosilífero de importancia.

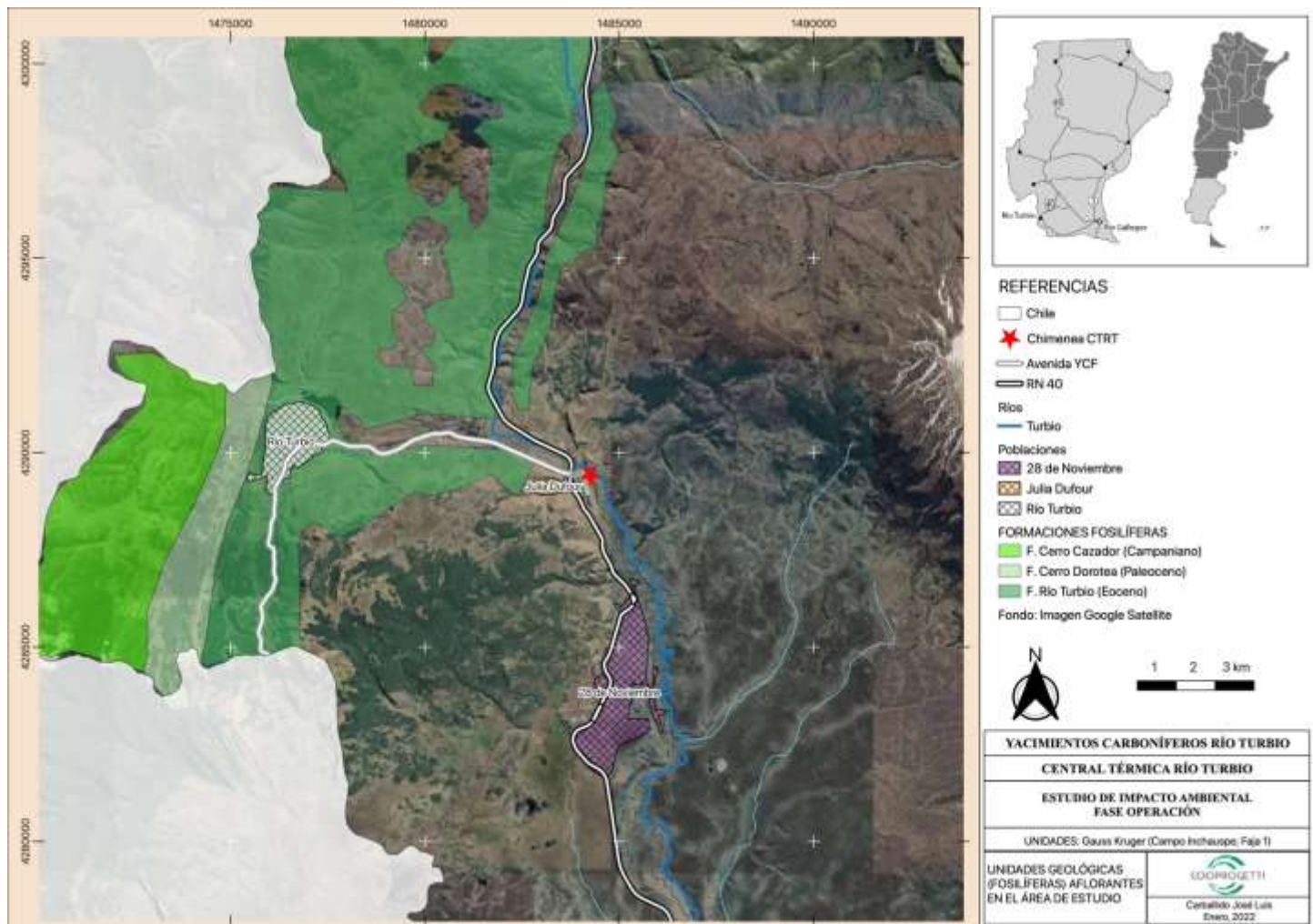


Imagen Nº 140 - Anexo Nº 9. Mapa de sensibilidad ambiental final

Nota: véase en mayor detalle en Cap. 9, Sección 13 Anexo, Apéndice 6.17.

Fuente: elaboración propia.

Conclusiones

La explotación del Yacimiento y la futura operación de la CTRT no afecta en general el patrimonio paleontológico de la región.

3. Paisaje

Se define al paisaje como los patrones y procesos ecológicos a escala de paisaje y región, incluyendo elementos naturales y antrópicos que determinan sus propiedades, su valor y su utilidad como recurso vinculado a actividades de turismo y esparcimiento. A su vez, se lo reconoce como el entorno visual que se logra percibir desde un punto de observación y cuyas cualidades visuales intrínsecas del territorio residen en estos elementos naturales o artificiales que lo conforman.

El área de estudio se encuentra delimitada por el río Turbio al Este y la Ruta Nacional N° 40 y la localidad de Julia Dufour al Oeste. Al Norte se encuentra localidad de Río Turbio, mientras al Sur se sitúa la localidad de 28 de Noviembre. El sector más modificado antrópicamente en esta área, además de las localidades, es la zona ocupada por la Central Térmica Río Turbio (imagen 141). En las afueras de la localidad de Río Turbio se encuentra la infraestructura del Proyecto Minero que también presenta una alta modificación antrópica sobre el paisaje.



Imagen N° 141. El área modificada antrópicamente por la CTRT
Fuente: elaboración propia.

En la imagen 142 se puede observar la ubicación de la CTRT y los principales elementos del entorno antrópico que pertenecen a la localidad de Julia Dufour.



Imagen N° 142. Vista de ubicación de la CTRT y principales elementos del entorno antrópico
Fuente: elaboración propia.

La zona, perteneciente a la cuenca carbonífera de Río Turbio, se encuentra en la transición entre la Cordillera de los Andes y la meseta Patagónica. Esta característica hace que se encuentren valles con pastizales y algunos cerros que, a su vez, suelen cubrirse con nevadas y parcialmente por bosques. Así, el relieve del área presenta lomadas suaves y llanuras levemente onduladas que, debido a la erosión fluvioglacial y fluvial postglacial, originó una extensa red de cauces en una amplia llanura de inundación donde el río Turbio atraviesa los arcos morénicos. Estos rasgos pueden observarse en la imagen 143.



Imagen N° 143. Paisajismo en los entornos de CTRT
Fuente: elaboración propia.

La unidad de paisaje presente en el área de la Central Térmica corresponde a una terraza fluvial y planicie aluvial con estepa mixta y representa un área moderadamente apta para la urbanización. La localidad de Julia Dufour se sitúa en la unidad de paisaje de paisaje erosivo glacial (Pereryra et al., 2010). Las unidades integrales de paisaje se vinculan con el mapa geomorfológico ubicado en la sección correspondiente.

Una evaluación visual del paisaje se centra en establecer, entre otros puntos, su grado de vulnerabilidad (fragilidad visual). Esto es la susceptibilidad de un paisaje al cambio cuando se desarrolla un uso sobre él, es decir, el grado de deterioro que el paisaje experimentaría ante la incidencia de determinadas actuaciones. Teniendo en cuenta este punto se considera que el paisaje del área en estudio posee una fragilidad media. Esto se debe a que la cuenca carbonífera cuenta con intervención antrópica en las instalaciones mineras desde hace 60 años, por lo que la Central Térmica no modifica la percepción actual que poseen los observadores. Sin embargo, la misma se emplaza en Julia Dufour donde no se encuentra otra infraestructura propia del proyecto minero. Por otro lado, existen zonas aledañas que no se encuentran disturbadas y cuentan con un valor paisajístico notable, las cuales sí se presentan más vulnerables a la inserción de elementos ajenos al sitio.

4. Medio socioeconómico

4.1. Localidades principales

La Provincia de Santa Cruz se encuentra ubicada en el extremo Sur del país, siendo la provincia más austral del territorio patagónico continental y recibiendo la influencia de la masa oceánica Atlántica y Pacífica. Está ubicada entre los paralelos de 46º y 56º de latitud Sur y entre los meridianos de 69º y 73º de longitud. Limita al Norte con Chubut, al Oeste con Chile, al Sur con Chile y el Estrecho de Magallanes, y al Este con el Océano Atlántico. La superficie emergente total es de 243.943 km², con una amplitud longitudinal aproximada de 800 km y una media paralela de 350 km. Es la segunda provincia en extensión luego de Buenos Aires.

La provincia se encuentra dividida en 7 departamentos: Corpen Aike, Deseado, Güer Aike, Lago Argentino, Lago Buenos Aires, Magallanes y Río Chico (imagen 144). Estos se encuentran a su vez subdivididos en 15 municipios y 5 Comisiones de Fomento. Las dinámicas sociales, económicas y ambientales no siempre se corresponden con la división política formal. La población se encuentra distribuida de modo fragmentario, los asentamientos urbanos se encuentran aislados geográficamente y escasamente interconectados. A su vez, en Santa Cruz predomina el modelo de gestión local "municipio-ciudad" (Cáceres, 2000), donde los gobiernos municipales constituyen estructuras político-administrativas con jurisdicción sobre ámbitos casi exclusivamente urbanos y aislados formalmente de su entorno económico-productivo rural, sobre el que no tienen control legal.



Imagen Nº 144. Mapa político de la Provincia de Santa Cruz

Fuente: elaboración propia en base a IGN.

La Central Térmica se ubica en el municipio de Río Turbio, en el extremo suroeste del departamento de Güer Aike. Este departamento limita al norte con los departamentos de Corpen Aike y Lago Argentino, mientras que al oeste y al sur posee fronteras con Chile, y hacia el este tiene una extensa costa sobre el Mar Argentino. Se divide territorialmente en tres municipios y ocho localidades (cuadro 78).

Cuadro N° 78. División territorial de Güer Aike

Municipio	Localidad
Río Gallegos	Río Gallegos
Veintiocho de Noviembre	Veintiocho de Noviembre
Río Turbio	Río Turbio
	El Turbio
	Esperanza
	Julia Dufour
	Mina 3

Fuente: elaboración propia en base a recopilación de antecedentes Segemar (2008), Serman y Asoc. (2008) y UTN (2011 y 2015).

La Central se sitúa dentro de la Cuenca Carbonífera y se encuentran bajo el área de influencia tres localidades. Dos de las cuales cuentan con autoridad local propia, constituyéndose en municipios: Río Turbio y 28 de Noviembre. La tercera localidad, Julia Dufour, se presenta como una delegación comunal, sin autoridad propia y depende administrativamente del municipio de Río Turbio. En el siguiente mapa se puede visualizar la chimenea de la CTRT y dichas localidades.

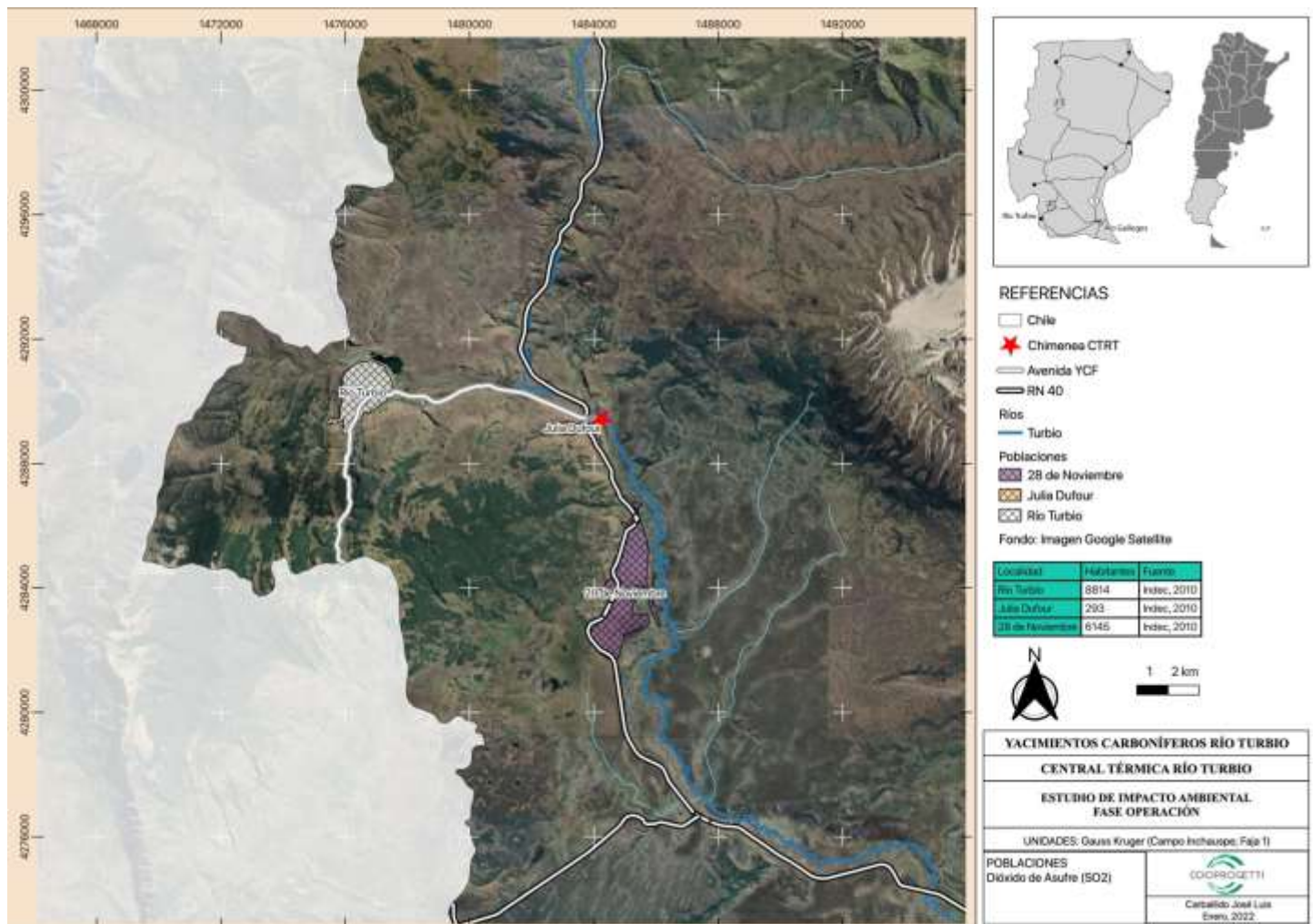


Imagen N° 145 - Anexo N° 10. Mapa de poblaciones

Nota: véase en mayor detalle en Cap. 9, Sección 13 Anexo, Apéndice 6.11.

Fuente: elaboración propia.

Río Turbio

La localidad de Río Turbio nació como villa minera² y cuenta con las características y dinámicas típicas de este tipo de urbanizaciones. El proceso de ocupación del espacio se fue dando sin un trazado planificado, según los conjuntos habitacionales para la mano de obra asociada al proyecto minero. El sitio original de asentamiento fue elegido por su cercanía a la mina, más que por sus cualidades topográficas. Con el transcurso del tiempo, las manchas urbanas dispersas fueron uniéndose, pero el resultado es un sistema urbano complejo y escasamente interconectado, con trazado irregular. La ausencia de un proyecto centralizado que rigiera los planes de viviendas y, fundamentalmente, la falta de regulación edilicia durante un largo período, arrojan como resultado la presencia de tipos de vivienda heterogéneos.

La ciudad cuenta con 8.814 habitantes (INDEC, 2010) y se divide en aproximadamente 15 barrios, la mayor parte de uso residencial. Se encuentra en el medio de la Ruta Provincial N°20, cerca de la Ruta Nacional Ruta Nacional N°40 y de la Ruta Nacional N°293, a 301 km de la ciudad de Río Gallegos y a 935 km de Caleta Olivia. Yacimiento Río Turbio, además, es una de las puertas de entrada a Puerto Natales, ciudad chilena situada a 40 km del Yacimiento

² El municipio fue fundado en la década de 1940, pero el descubrimiento de la mina de carbón y el asentamiento en relación a la misma se remonta a fines del siglo XIX.

Carbonífero Río Turbio. A escasos 8 kilómetros de la ciudad de Río Turbio, se encuentra el Paso Internacional Dorotea.

La principal vía de la localidad la compone la Av. YCF y su continuación, la Av. de los Mineros. La primera supone previamente el camino vecinal que nace en la intersección de la Ruta Nacional No 40 y el FFCC Río Turbio (trayecto donde se asientan las instalaciones de YCRT), siendo la única forma de acceso para aquellos que provienen de territorio argentino. Esta vía principal es la única forma de acceso a la localidad y salida hacia las instalaciones de la mina.

La zona industrial se encuentra en su totalidad en los predios bajo tutela y uso de YCRT. Este sector se extiende, lindero al camino vecinal y las vías de ferrocarril, desde la Fracción 1 en Julia Dufour hasta el acceso a Río Turbio, sobre la ladera norte de sierra Dorotea.

Las condiciones geográficas en donde se asienta Río Turbio, junto con el incremento de la construcción y demanda habitacional, hacen surgir el problema acerca de las posibilidades de expansión de la mancha urbana. Teniendo en cuenta que las posibles direcciones de expansión presentan limitaciones.

28 de Noviembre

La localidad de 28 de Noviembre fue fundada en 1957, al provincializarse el Territorio Nacional de Santa Cruz. La localidad cuenta con 6.145 habitantes (INDEC, 2010) y se encuentra en el km "380" de la RN N° 40, a 30 km de la frontera con Chile. Está ubicada a 265 km de Río Gallegos, a 13 km de Río Turbio, y hacia el oeste limita con la localidad chilena de Puerto Natales.

Fue creada con el objetivo de establecer un centro político-administrativo y residencial para la cuenca carbonífera. De este modo, la ocupación del espacio contó con cierto grado de planificación: se encuentra en un valle y su casco urbano y la mayoría de los barrios se emplazan sobre un terreno que no presenta desniveles. Se definió un trazado particular, con una trama de diagonales que luego conforma un damero (similar a la ciudad de La Plata en provincia de Buenos Aires).

Si bien cuenta con un sector muy significativo ligado a la actividad administrativa, su desarrollo estuvo y está ligado a la actividad minera. Es por eso que se registran características que asemejan a la localidad de Río Turbio. Las actividades administrativas y comerciales se encuentran ubicadas alrededor de la plaza principal, mientras el resto del asentamiento cuenta con un uso residencial principalmente de conjuntos habitacionales.

Las principales vías son la Av. Antártida Argentina, que atraviesa en sentido norte-sur todo el asentamiento, y la Av. Hipólito Yrigoyen, que en diagonal se extiende desde el noreste hacia el suroeste. No obstante, debido al tipo de estructura urbana planificada, la localidad se encuentra bien articulada ofreciendo salidas y accesos rápidos al centro. Dentro de los límites del ejido municipal de 28 de Noviembre, exceptuando la mancha urbana y al sur de la misma, se localiza el aeropuerto "28 de Noviembre".

Por otra parte, a lo largo del valle del Río Turbio en su tramo perteneciente al ejido de 28 de Noviembre se emplaza una zona de chacras. Algunas de las cuales son pequeñas explotaciones hortícolas y corrales con ganado (corderos, vacas), utilizando las extensiones cercanas para el pastoreo. En otros casos se registra la existencia de residencias sin actividades productivas asociadas.

Julia Dufour

La delegación comunal Julia Dufour se encuentra dentro de los límites del ejido municipal de Río Turbio, incluyéndose dentro de dicho municipio. Esta localidad cuenta con 293 habitantes (INDEC, 2010) y viven aproximadamente 87 familias. Se encuentra a 8 kilómetros de la ciudad de Río Turbio por la Avenida YCF y a 5 kilómetros de la ciudad 28 de Noviembre por la Ruta Nacional N° 40.

El asentamiento poblacional está directamente relacionado con la llegada del ferrocarril, Ramal Ferro-industrial Eva Perón (luego denominado Río Turbio). En sus comienzos se denominó "La Dorotea". El proceso de ocupación del suelo, al igual que en Río Turbio, no presentó planificación u ordenamiento previo alguno. Por el contrario, la ocupación tuvo un carácter espontáneo, que dependía de las elecciones particulares de cada nuevo habitante para localizar sus viviendas, y para definir formas y tipos de construcción. La población actual se asocia predominantemente a la mina.

La localidad se emplaza sobre una quebrada, donde se observa ocupación del suelo en las laderas norte y sur, divididas por la presencia de un curso de agua temporal que se extiende en sentido SO-NE. De este modo la trama urbana se presenta como errática y dispar, compuesta por tejidos de baja intensidad de uso con presencia de espacios vacantes y una baja densidad.

Estructuran la dinámica del asentamiento la calle principal, paralela a la Ruta Nacional N° 40. En el área central, definida previamente como aquella que se extiende sobre los tramos finales de las calles primaria y secundaria, se presentan usos mixtos, con limitada cantidad de comercios y equipamiento urbano.

El crecimiento del asentamiento se encuentra limitado debido a la precaria provisión de servicios, de hecho, recién en el año 2005 se iniciaron las obras para dotar a la localidad de red cloacal y agua potable. A su vez, debido a las condiciones naturales, regidas por las elevaciones sobre la llanura, se plantean dificultades para los procesos constructivos.

4.2. Desarrollo histórico de los asentamientos

La estructura de la provincia de Santa Cruz presenta hasta la actualidad características relacionadas con el tipo de economía primaria y extractiva, donde la producción converge hacia mercados y centros de decisión localizados fuera de la región. Esta economía se encuentra ligada a la explotación de hidrocarburo, que se desarrolló en los extremos geográficos de la provincia. En un principio se desarrollaron como expansión de la subregión de la Cuenca del Golfo de San Jorge, cuyo centro era la ciudad de Comodoro Rivadavia, y en 1944 se comienza a explotar el carbón en Río Turbio.

La explotación de minas y canteras fue tomando relevancia en los años 40 debido al contexto nacional e internacional, lo que posicionó a la región como fuente estratégica de recursos energéticos. El estado cumplió un rol central en el territorio a partir de la radicación de empresas públicas nacionales y la provisión de servicios. De este modo, el Estado nacional se configuró como regulador y principal garante del desarrollo productivo de este sector, conformando una “economía de enclave” en la cuenca carbonífera. Esto a su vez generó que los centros decisorios sobre las políticas energéticas, de inversión, precios y contratación se concentraran en el Estado nacional.

La cuenca carbonífera a principios de la década del 50 contaba con más de 3.000 habitantes y con un ferrocarril que lo unía con la ciudad de Río Gallegos, para así completar el circuito del carbón que lo vinculaba al puerto marítimo. La estructura urbana estaba conformada por las localidades de Río Turbio, Mina 3 y Julia Dufour, todas dedicadas a la explotación de la mina. En 1959 se fundó la localidad de 28 de Noviembre debido a las tensiones entre la empresa y el gobierno provincial por superposición de jurisdicciones. Esta localidad se presentó como el centro político administrativo provincial, con el objetivo de abastecer de mercaderías a los habitantes de la cuenca.

Estos enclaves atrajeron importantes flujos migratorios por la oferta laboral y los altos salarios, así como los beneficios sociolaborales y las prestaciones de servicios por parte del estado. La estructura social reproducía la jerarquía existente al interior de la empresa, compuesta por mano de obra chilena no calificada, profesionales, técnicos y directivos que eran también la clase dirigente.

La empresa cumplió un rol central en estos asentamientos, así como la estatidad representó una presencia fuertemente estructuradora de este enclave. La misma fue acompañada de una retórica nacionalista por parte de quienes detentaban los más altos cargos dentro de la administración, así como la introducción de homenajes y celebraciones vinculados a la actividad industrial nacional.

Así, la identidad de la población fue constituida sobre la importancia dada por las tareas del proceso de producción como por factores del desarrollo del país por un lado y a la pertenencia a la empresa por otro. Esta institución controlaba todos los aspectos de la vida comunitaria, cumpliendo funciones tanto políticas como sociales. Esto restringió la conformación de una sociedad civil y limitó la cantidad de actores sociales. A pesar de la heterogeneidad cultural, las fuertes relaciones empresa-comunidad contribuyeron a que los habitantes de la cuenca desarrollaran sólidas identidades colectivas en torno al trabajo, conformando un marco simbólico de representaciones y proyectos de vida.

A fines de la década del 60, el estado realizó nuevas inversiones tecnológicas para incrementar la productividad de la mina. Esto generó un impacto directo en el perfil de la mano de obra demandada, ya que produjo importantes flujos migratorios de profesionales y técnicos nacionales, como también la reconversión o expulsión de gran parte de la mano de obra no calificada. No obstante, en la década del 70 el sistema monoproduktivo comenzó a dar signos de agotamiento, lo cual se profundizó y prologó a lo largo de los años siguientes. A su vez, el

carbón fue perdiendo relevancia como fuente energética frente al petróleo y el gas y disminuyeron las inversiones y subsidios estatales.

El creciente déficit fue generando políticas de ajuste que se tradujeron en reducción de personal. De hecho, la cantidad de empleados de YCF disminuyó de 3.900 en 1985 a 1.100 en 1993, mientras que las remuneraciones descendieron un 50%. El deterioro de las condiciones tanto materiales como simbólicas de los habitantes fue debilitando la fuerza de las entidades sindicales, lo que facilitó su privatización en 1993. De este modo, el grupo empresario Yacimientos Carboníferos Río Turbio S.A. (YCRT S.A.), gracias a una importante subvención estatal, se hizo cargo de la explotación de la mina desde julio de 1994.

Esto generó una importante pérdida de recursos humanos calificados y una gran desinversión. Así, el clima de conflictividad fue creciendo cuando la empresa se negó a reconocer el convenio colectivo de trabajo, lo que desató la primera toma de la mina en la historia de Río Turbio en noviembre de ese mismo año.

Frente a la situación de crisis y deterioro de la estructura socio-ocupacional, las estrategias adoptadas por los habitantes de la cuenca tendieron a comportamientos individualistas (Salvia, 1999) como el retorno migratorio. En este período el gobierno provincial desempeñó un rol fundamental en la renegociación de alianzas, antagonismos e identidades en la cuenca carbonífera. No obstante, la falta de mantenimiento e inversiones, especialmente en seguridad, y las malas condiciones de trabajo generaron que en el 2002 el gobierno nacional terminara la concesión de la mina.

En 2004 un incendio produjo un derrumbe en la Unión 9 de Mina 5 en Río Turbio y sepultó a 14 mineros. Este hecho marcó un punto de inflexión en la vida de los habitantes de la cuenca y generó que las malas condiciones laborales de los mineros adquirieran relevancia. Así, el Estado nacional dispuso la intervención de la empresa, con masivas inversiones públicas que permitieron la reactivación de la mina y el mejoramiento de las condiciones de seguridad laboral.

4.3. Población

Según el Instituto Nacional de Estadística y Censos (INDEC), en la Provincia de Santa Cruz todo centro de población que cuente con un número mínimo de 1.000 habitantes constituye un Municipio encargado de la administración de los intereses locales. En los centros de población que no alcancen el número de 1.000 habitantes, los intereses y servicios de carácter comunal están a cargo de Comisiones de Fomento, cuya integración y atribuciones serán fijados por ley, según lo prescripto por el artículo 148 de la constitución provincial sancionada en el año 1957 y reformada en 1994. Los asentamientos con menos de 400 habitantes no cuentan con autoridad local propia y dependen administrativamente del municipio más cercano, como es el caso de la localidad de Julia Dufour.

Santa Cruz es una de las provincias menos pobladas del país, con 275.452 habitantes en el 2010 (Indec, 2010). Representando el 0,49% de la población nacional, con una densidad de 1,1 habitantes por km², siendo el valor más bajo luego de la provincia de Tierra del Fuego, Antártida e Islas del Atlántico Sur. El departamento de Río Chico es el menos poblado, contando con 5.175 habitantes en el 2010. Mientras que el departamento más poblado de la provincia es el de Güer Aike, en el cuál se encuentra la capital Río Gallegos y la cuenca carbonífera estudiada, representando el 41% de la población del total provincial. Esto es debido a que el municipio de Río Gallegos concentra las funciones político-administrativas municipales, provinciales y de algunas dependencias nacionales, además de prestar servicios asistenciales, educativos, culturales, financieros y comerciales.

En el cuadro 79 se presentan los valores de la población para la totalidad de la provincia y por departamentos, de acuerdo al Censo 2001, 2010 y a la proyección realizada para el año 2021. En la cuenca carbonífera, el municipio de Río Turbio registró 8.814 habitantes en el 2010, mientras que el municipio de 28 de Noviembre contaba con 6.145. Dentro del primer municipio se ubica la localidad de Julia Dufour que presentaba 293 habitantes en 2010.

Cuadro N° 79. Población por departamento para 2001, 2010 y proyección para 2021

Departamento	Población		
	2001	2010	2021 (*)
Corpen Aike	7.942	11.153	15.243
Deseado	72.953	108.157	153.063
Güer Aike	92.878	114.031	141.917
Lago Argentino	7.500	18.891	31.688
Lago Buenos Aires	6.223	8.795	12.065
Magallanes	6.536	9.250	12.711
Río Chico	2.926	5.175	8.069
Total Santa Cruz	196.958	275.452	374.756

Fuente: INDEC, Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas 2001 y 2010; (*) INDEC, 2016, Proyecciones elaboradas en base a resultados del Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas 2010.

La provincia de Santa Cruz posee la mayor variación relativa en el último período intercensal (39.1%), verificándose el proceso de poblamiento más reciente del país. El departamento de Lago Argentino fue el que tuvo mayor variación intercensal, del 151,5%, mientras que Güer Aike posee una variación del 22%, siendo el departamento con la menor variación relativa en

la cantidad de población entre censos.

La provincia presenta un grado muy bajo de ocupación del territorio. La escasa población se distribuye de manera desigual a lo largo del territorio, con predominio de la población urbana sobre la rural. La densidad poblacional de cada departamento, que expresa en promedio la cantidad de personas por kilómetros cuadrado de superficie terrestre, se observa en el mapa de la imagen 146. Se puede notar que la mayor densidad poblacional se encuentra en el departamento que contiene a la capital de la provincia, Güer Aike con 3,3 hab/km², mientras que, sin tener en cuenta a Deseado, los otros 5 departamentos poseen una densidad poblacional igual o menor a 0,5 hab/km²³. La localidad más poblada es Río Gallegos, seguida de la ciudad petrolera de Caleta Olivia. La tercera en importancia es la ciudad de Pico Truncado, dedicada a actividades energéticas y cementeras. Esto hace que se produzca una gran concentración de población tanto al norte como al sur de la provincia, dejando el centro y el oeste con muy poca población.

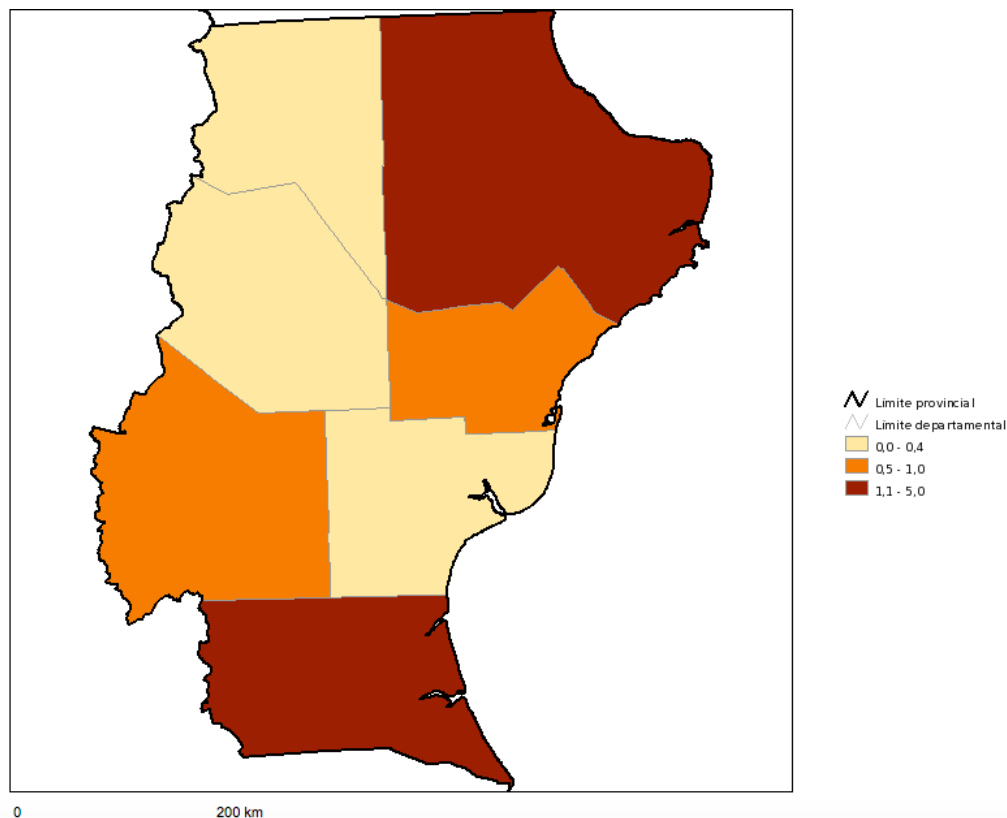


Imagen Nº 146. Densidad poblacional por departamentos (hab/km²)

Fuente: INDEC. Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas 2010. Instituto Geográfico Nacional (IGN) e INDEC, datos de superficie.

4.3.1. Distribución de la población por edad y género

En los diferentes departamentos de la provincia, la cantidad de varones supera a la de las mujeres. La Provincia de Santa Cruz registra 106 varones cada 100 mujeres, mientras que el Departamento de Güer Aike 103 (INDEC, 2010). Estas relaciones se mantienen para las proyecciones realizadas para el año 2021. La desigual distribución por sexo se explica gracias a

³ Para tener una referencia, Córdoba capital tiene una densidad poblacional de 2.365,8 hab/km², Tucumán capital de 6.098,5 hab/km² y Bariloche de 24,7 hab/km² (INDEC, 2010).

las características de la principal actividad económica en la región. En este sentido, la atracción de mano de obra para el trabajo en el yacimiento convoca principalmente trabajadores varones, por lo que encontramos allí una de las causas de la diferencia entre la cantidad de mujeres y varones.

En cuanto a la distribución etaria, según los datos para el año 2010 la Provincia de Santa Cruz presenta una población joven, con una alta proporción de niños y jóvenes, hasta 35 años.

4.3.2. Situación habitacional

Para analizar la zona en cuestión es importante contar con información referida a una serie de indicadores que tienen en cuenta, entre otros, elementos relacionados con el tipo de infraestructura de las viviendas y su respectiva población. De acuerdo con la definición adoptada por el INDEC para el Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas, vivienda es el espacio donde viven personas, éste se halla separado por paredes u otros elementos cubiertos por un techo, y sus ocupantes pueden entrar o salir sin pasar por el interior de otras viviendas. También se consideran viviendas los locales no destinados originariamente a alojar a personas pero que el día del Censo fueron utilizados para ese fin (Indec, 2010b).

Según esta clasificación, existen dos clases de viviendas: las particulares y las colectivas. Se denomina vivienda particular al recinto de alojamiento estructuralmente separado e independiente destinado a alojar personas que viven bajo un régimen de tipo familiar, o que, aun cuando no estuviera originariamente destinado a ese fin, fue así utilizado el día del censo. Constituyen tipos de viviendas particulares: casas, ranchos, casillas, departamentos, piezas en inquilinato, piezas en hotel familiar o pensión, viviendas móviles, y locales no construidos para habitación. Las viviendas colectivas, por su parte, refieren al recinto de alojamiento estructuralmente separado e independiente, destinado a alojar personas que viven bajo un régimen institucional (no familiar), regulada por normas de convivencia de carácter administrativo, militar, religioso, de salud, de reclusión, de trabajo, de educación, etc. Los distintos tipos de viviendas colectivas incluyen: cuarteles, hogares de religiosos (incluye conventos y seminarios), hospitales, hogares de ancianos (incluye geriátrico), prisiones (incluye comisarías), campamentos/obradores, residencias de estudiantes, colegios o internados, hogares de menores, hoteles turísticos (Indec, 2010b).

En el cuadro 80 puede observarse la información general referida a población en viviendas particulares y colectivas para el área en estudio. El porcentaje de población que reside en viviendas colectivas en el departamento de interés alcanza el 1,8%.

Cuadro Nº 80. Población en viviendas particulares y colectivas

Jurisdicción	Población			
	Total	Particular	Colectiva	% en colectivas
Provincia de Santa Cruz	273.964	264.921	9.043	3,3
Departamento de Güer Aike	113.267	111.280	1.987	1,8
Localidad Julia Dufour	293	281	12	4,1
Localidad Río Turbio	8.814	8.355	459	5,2
Localidad 28 de Noviembre	6.145	6.087	58	0,9

Fuente: INDEC, 2010.

Dentro de las viviendas particulares, se puede conocer su distribución por tipo en el cuadro 81. Se observa que el porcentaje de población que reside en casas corresponde a la mayoría de todas las jurisdicciones analizadas. De hecho en la provincia más del 85% de la población habita en casas. A su vez, con excepción a Julia Dufour, el departamento se destaca como el segundo tipo de vivienda mayoritario. Por el contrario, en dicha localidad la casilla es la segunda vivienda particular en importancia, las cuales albergan el 8,9% de la población de la localidad⁴.

Cuadro Nº 81. Porcentaje de población por tipo de vivienda particular

Jurisdicción	Provincia de Santa Cruz	Departamento de Güer Aike	Localidad Julia Dufour	Localidad Río Turbio	Localidad 28 de Noviembre
	%	%	%	%	%
Casa	85,38	84,4	81,5	88,8	81,2
Rancho	0,65	0,6	5,7	0,2	0,3
Casilla	0,87	0,959	8,9	0,5	0,4
Departamento	11,37	13,04	2,8	9,4	16
Pieza en inquilinato	1,43	0,79	0,7	1	1,8
Pieza hotel familiar o pensión	0,05	0,06	-	0	0,1
Local no contruido para habitación	0,19	0,15	0,4	0,1	0
Viviendamóvil	0,06	0,01	-	-	0,2
Personales viviendo en la calle	0	0	-	-	-

Fuente: INDEC, 2010.

El régimen de tenencia de la vivienda según localidad es presentado según tipo en el cuadro 82. En la misma se puede observar que, con excepción de la localidad de Julia Dufour, la población propietaria de la vivienda y del terreno se encuentra cercana al 60%. Luego, el segundorégimen de tenencia de la vivienda con mayor importancia es el inquilino, que alcanza valores que van del 28% (Julia Dufour) al 20% (28 de Noviembre y Río Turbio). Por su parte,

⁴ De acuerdo a la definición dada por INDEC (2010b) una casilla es una “vivienda con salida directa al exterior, construida originalmente para que habiten personas (sus habitantes no pasan por pasillos o corredores de uso común). Habitualmente está construida con materiales de baja calidad o de desecho”.

Julia Dufour, por su condición de rural presenta valores más parejos y solo el 40% de su población es propietaria del terreno y de la vivienda.

Cuadro Nº 82. Porcentaje de población por régimen de tenencia de la vivienda

Jurisdicción		Propietario de la vivienda y del terreno	Propietario sólo de la vivienda	Inquilino	Ocupante por préstamo	Ocupante por trabajo	Otra situación
Provincia de Santa Cruz	%	59,4	2,3	26,3	5,3	3,9	2,8
Departamento de Güer Aike	%	60,1	3,3	25,3	5,2	3,3	2,8
Localidad Julia Dufour	%	39,9	18,9	27,8	7,5	1,1	5,0
Localidad Río Turbio	%	64,7	1,3	20,0	6,9	3,6	3,5
Localidad 28 de Noviembre	%	63,0	2,0	20,9	4,4	2,8	6,8

Fuente: INDEC, 2010.

4.3.3. Situaciones de privación

Las situaciones de privación y pobreza son aspectos que se requiere conocer para poder analizar correctamente el área en cuestión. El índice de Necesidades Básicas Insatisfechas (NBI) es uno de los indicadores más utilizados para definir los niveles de pobreza, ya que mide diferentes aspectos relacionados con la pobreza de los hogares y sus miembros.

Para confeccionar este índice se eligen una serie de indicadores que permiten constatar si los hogares satisfacen o no algunas de sus necesidades principales. Así, este método nos da un panorama de la pobreza de los hogares que no se reflejan en el ingreso. Un hogar -y sus miembros- es considerado como con presencia de al menos un indicador de NBI si se da alguna (al menos una) de las siguientes situaciones:

- Hacinamiento: hogares con más de 3 personas por cuarto.
- Vivienda: hogares que habitan en vivienda de tipo inconveniente (pieza de inquilinato, vivienda precaria y otros tipos).
- Condiciones sanitarias: hogares que no tengan ningún tipo de retrete.
- Asistencia escolar: hogares que tuvieran algún niño en edad escolares (6 a 12 años) que no esté asistiendo a la escuela.
- 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.

Considerando el NBI para los departamentos de la provincia de Santa Cruz (cuadro 83), se destaca que, exceptuando el departamento de Lago Argentino, el resto presentan menos de un 10% de hogares que no cumplen con al menos una condición NBI. Asimismo, la proporción de hogares que no cumplen ninguna condición NBI es mayor al 90% para todos los

departamentos – excepto Lago Argentino⁵.

Cuadro Nº 83. Porcentaje de hogares con situación de NBI según departamento

		Corpen Aike	Deseado	Güer Aike	Lago Argentino	Lago Buenos Aires	Magallanes	Río Chico
No cumple con ninguna condición	%	94,0	90,1	93,3	89,0	92,2	94,9	90,8
Cumple con alguna condición	%	6,0	9,9	6,7	11,0	7,8	5,1	9,2

Fuente: Indec, 2010.

En el cuadro 84 se presentan los hogares afectados por NBI en las jurisdicciones analizadas. A nivel local, la aglomeración de Río Turbio es aquella que presenta menor número de hogares con NBI, inclusive debajo de la media de su departamento, mientras que la localidad de Julia Dufour presenta un valor cercano del 10%.

Cuadro Nº 84. Hogares por situación de NBI según localidades

Jurisdicción	Población	Población sin NBI	Población con NBI
Provincia de Santa Cruz	%	91,7	8,3
Departamento de Güer Aike	%	93,3	6,7
Localidad Julia Dufour	%	90,0	10,0
Localidad Río Turbio	%	95,2	4,8
Localidad 28 de Noviembre	%	92,6	7,4

Fuente: Indec, 2010.

El hacinamiento se refiere a la relación entre el número de personas en una vivienda y el espacio o número de cuartos disponibles. En relación a este indicador en el área de estudio, tanto la provincia como el departamento de Güer Aike presentan valor del 3,6 y 3% respectivamente. Estos valores se encuentran muy por debajo de las localidades estudiadas, que presentan valores de más del 14% (cuadro 81).

Cuadro Nº 85. Hogares según hacinamiento en la zona de estudio

Jurisdicción	Hogares	Hasta 3 personas por cuarto	Más de 3 personas por cuarto

⁵ Los heterogéneos escenarios de la provincia de Santa Cruz dan como resultado diversas situaciones sociales. Las más graves se encuentran en los Departamentos Lago Argentino y Deseado, en los que se combinan los niveles relativos más críticos de variables como NBI, déficit habitacional y analfabetismo con elevadas tasas de crecimiento intercensal de la población.

Provincia de Santa Cruz	%	96,4	3,6
Departamento de Güer Aike	%	97,0	3,1
Localidad Julia Dufour	%	83,3	16,7
Localidad Río Turbio	%	86,1	13,9
Localidad 28 de Noviembre	%	82,7	17,3

Fuente: Indec, 2010.

4.4. Educación

Los aspectos educativos son cruciales a la hora de definir una determinada población. Entre los indicadores que resultan eficaces se puede mencionar el nivel de alfabetización (cuadro 82). El mismo es levemente inferior en el departamento que en la provincia. A nivel local, en las aglomeraciones analizadas se presentan valores de población analfabeta similares a los arrojados por el departamento.

Cuadro Nº 86. Población de 10 años o más por condición de alfabetismo

Jurisdicción	Sabe leer y escribir	No sabe leer y escribir
Provincia de Santa Cruz	93,00%	7,00%
Departamento de Güer Aike	93,40%	6,60%
Localidad Julia Dufour	93,20%	6,80%
Localidad Río Turbio	93,90%	6,10%
Localidad 28 de Noviembre	93,30%	6,70%

Fuente: INDEC, 2010.

Según los datos del censo del año 2010, un 13% de la población de la provincia de Santa Cruz ha comenzado, pero no finalizado los estudios primarios. Mientras que un 58% de la población de 15 años y más ha cursado hasta el secundario incompleto, lo que incluye primario completo. Un 29% presenta secundario completo o terciario completo o incompleto, un 5% ha cursado estudios universitarios, pero no los ha finalizado, mientras que un 5,15% de la población de la provincia completó los estudios universitarios, incluyendo estudios post universitarios completos o incompletos (imagen 147).

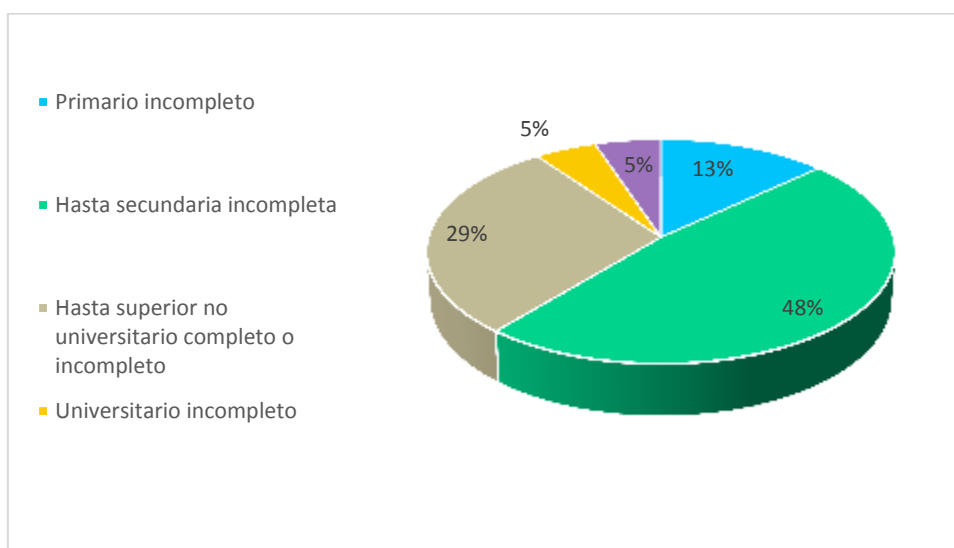


Imagen Nº 147. Nivel de instrucción en la provincia de Santa Cruz

Fuente: elaboración propia en base a INDEC, 2010.

En cuanto al nivel de instrucción de la fuerza laboral en la provincia de Santa Cruz, en el segundo trimestre de 2017 solo el 17,8% de los ocupados urbanos tenían el nivel universitario completo (el cuarto valor más bajo del país), mientras que el 60,4% había completado la educación secundaria (el sexto porcentaje más bajo). En ambos casos, los guarismos están levemente por debajo de los promedios nacional y regional (DNAP, 2018).

En el departamento de Güer Aike, donde se ubican las jurisdicciones de interés, el comportamiento del nivel de instrucción es similar (imagen 148).

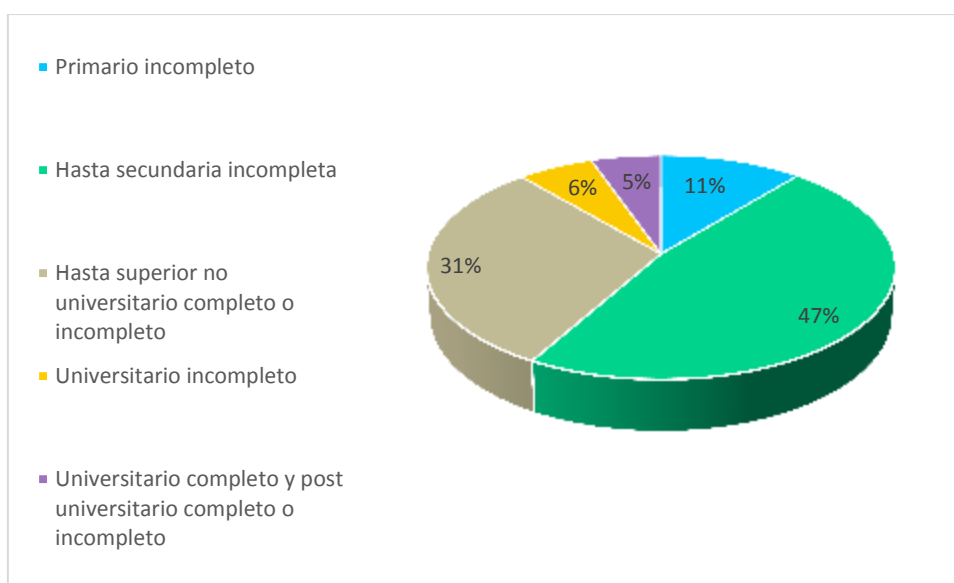


Imagen Nº 148. Nivel de instrucción en el Departamento de Güer Aike

Fuente: elaboración propia en base a Indec, 2010.

En cuanto el nivel de instrucción alcanzado para los municipios de Río Turbio y 28 de Noviembre, las diferencias con los valores para el departamento se dan en la categoría primaria completa y secundaria incompleta, donde el valor municipal (53,4% y 54,7% respectivamente) es mayor al del departamento y provincia.

Desagregando aún más estos datos, se puede conocer la asistencia a establecimientos

educativos según grupos de edad para el municipio de Río Turbio y de 28 de Noviembre (cuadro 87). Las proporciones asistentes son mayores en dichos municipios que los niveles para el total provincial y para el total país. Esto se especifica para los grupos de edad 12 a 14 y fundamentalmente 15 a 17 años.

Cuadro N° 87. Asistencia a establecimientos educativos para los municipios estudiados

Porcentaje de población de cada grupo

Grupos de edad	Municipio de Río Turbio	Municipio de 28 de Noviembre	Provincia	País
3 a 4 años	42,09%	54,42%	42,53%	39,13%
5 años	96,99%	95,80%	93,61%	78,80%
4 a 11 años	99,45%	99,72%	99,52%	98,20%
12 a 14 años	99,53%	99,24%	98,75%	95,11%
15 a 17 años	96,37%	95,07%	91,25%	79,40%
18 a 24 años	48,00%	36,21%	33,84%	36,86%
25 a 29 años	15,54%	9,65%	9,42%	14,41%
30 y más años	4,55%	3,98%	3,23%	3,01%

Fuente: INDEC, 2010.

La Provincia de Santa Cruz contó en 2018 con 102.779 alumnos matriculados, de los cuales el 84% se cubría en la oferta estatal y un 16% en el privado. En el departamento de Güer Aike durante el mismo período se presentaban 11.454.017 estudiantes matriculados, con una tasa de abandono interanual del 0,62 y con una tasa de repitencia del 8,1 y con un promedio de 10 alumnos por docente. En el cuadro 88 se presentan algunos de estos valores generales correspondientes a la provincia.

Cuadro Nº 88. Matrícula educativa por sector y tipo de educación para la provincia de Santa Cruz (2018)

RELEVAMIENTO ANUAL 2018 - DATOS DEFINITIVOS									
Nivel/Modalidad	Establecimientos (1)			Unidades Educativas			Matrícula		
	TOTAL	Estatal	Privado	TOTAL	Estatal	Privado	TOTAL	Estatal	Privado
Nivel INICIAL	78	65	13	104	71	33	15.454	12.743	2.711
Nivel PRIMARIO	112	90	22	117	90	27	42.782	35.074	7.708
Nivel SECUNDARIO	65	48	17	69	48	21	22.638	18.173	4.465
Nivel SUPERIOR NO UNIVERSITARIO	7	5	2	11	9	2	3.204	2.727	477
Modalidad EDUC. TECNICO PROFESIONAL	13	13	0	13	13	0	6.095	6.095	0
Modalidad ESPECIAL	16	15	1	25	23	2	2.363	2.317	46
Modalidad EDUC. PERMAN. de JÓVENES y ADULTOS (PRIM)	19	18	1	31	30	1	1.410	1.400	10
Modalidad EDUC. PERMAN. de JÓVENES y ADULTOS (SEC)	21	21	0	29	27	2	3.919	3.652	267
Formación Profesional	13	8	5	27	21	6	4.914	3.927	987
Modalidad EDUCACIÓN RURAL (2)	Contados en niveles correspondientes			Contados en niveles correspondientes			2.274	-	-
Modalidad INTERCULTURAL BILINGÜE (2)	Contados en niveles correspondientes			Contados en niveles correspondientes			88	-	-
Modalidad HOSPITALARIA y DOMICILIARIA (2)	Contados en niveles correspondientes			Contados en niveles correspondientes			143	-	-
Modalidad CONTEXTO DE ENCIERRO (PRIM) (2)	Contados en niveles correspondientes			Contados en niveles correspondientes			79	-	-
Modalidad CONTEXTO DE ENCIERRO (SEC) (2)	Contados en niveles correspondientes			Contados en niveles correspondientes			138	-	-
Modalidad ARTÍSTICA (2)	1	1	0	3	3	0	3.000	-	-
TOTAL PROVINCIAL	345	284	61	429	335	94	102.779	86.108	16.671

CANTIDAD DE DOCENTES AL 30/04/2018	
Cantidad de Docentes SECTOR ESTATAL	10.599
Cantidad de Docentes SECTOR PRIVADO	1.913
TOTAL DOCENTES PROVINCIAL (3)	11.835

(1) Los establecimientos, unidades educativas y docentes son DEDICADOS PROPIOS que cuentan con el Plan de Gestión Institucional aprobado y la inscripción en el registro de establecimientos correspondientes.

(2) Los establecimientos, unidades educativas y docentes se han dado de alta en el nivel correspondiente. Se cuentan AMPLIACIÓN para aquellos en proceso de tener la modalidad.

(3) Toda Docentes Provinciales, los docentes que trabajan en centros educativos de gestión, tienen contratos SODC UNA vez.

* Fuente: Relevamiento Anual 2018 - DFE - CPE.

Fuente: Relevamiento Anual 2019, Consejo Provincial de Educación. Dirección Provincial Estadística. Santa Cruz, 2018.

Una vez conocida la situación educativa de la población en el área de interés, es necesario conocer los establecimientos educativos que hacen a la infraestructura de educación pública y privada en las localidades de Río Turbio, Julia Dufour y 28 de Noviembre. En estas tres localidades se encuentran 30 establecimientos educativos de los cuales 5 (el 17%) pertenecen al sector privado (cuadro 89). No se encontraron establecimientos de nivel universitario. Julia Dufour y 28 de Noviembre presentan únicamente establecimientos públicos mientras que Río Turbio también cuenta, dentro de su infraestructura escolar, con establecimientos educativos del sector privado.

Cuadro Nº 89. Establecimientos educativos en las localidades de interés

Localidad	Nombre	Sector	Ámbito
28 de Noviembre	Colegio Prov. De Educación Secundaria Nº 12 Dr. Mario Castulo Paradelo	Estatal	Urbano
28 de Noviembre	E.P.J.A. Primaria Nº 7 Soberanía Nacional	Estatal	Urbano
28 de Noviembre	E.P.J.A. Primaria Nº 7 - Anexo Comisaria 28 De Noviembre	Estatal	Urbano
28 de Noviembre	Jardín De Infantes Nº 48 Arco Iris	Estatal	Urbano
28 de Noviembre	Jardín De Infantes Nº 21 Aluen	Estatal	Urbano
28 de Noviembre	Escuela Primaria Provincial Nº 32 Provincia De Formosa	Estatal	Urbano
28 de Noviembre	E.P.J.A. Secundaria Nº 2 María Benedicta Ramírez	Estatal	Urbano

28 de Noviembre	E.P.J.A. Secundaria Nº 2 - Anexo Comisaria 28 De Noviembre	Estatal	Urbano
28 de Noviembre	Escuela Primaria Provincial Nº 67 Jorge Américo Blachere	Estatal	Urbano
Julia Dufour	Jardín De Infantes Nº 23 Yemel Talenke	Estatal	Rural
Julia Dufour	Escuela Primaria Provincial Nº 30 Julia Dufour	Estatal	Rural
Rio Turbio	Escuela Especial Nº 9 Keoken	Estatal	Urbano
Rio Turbio	Colegio Santa Bárbara (Pri)	Privado	Urbano
Rio Turbio	Jardín De Infantes Nº 45 Uamen Talenke	Estatal	Urbano
Rio Turbio	Escuela Primaria Provincial Nº 60 Ingeniero Neo Zuliani	Estatal	Urbano
Rio Turbio	E.P.J.A. Primaria Nº 3 Campamento De Marina	Estatal	Urbano
Rio Turbio	E.P.J.A. Primaria Nº 3 - Anexo Comisaria Yacimientos Carboníferos	Estatal	Urbano
Rio Turbio	Jardín De Infantes Nº 2 Fuerza Aérea Argentina	Estatal	Urbano
Rio Turbio	Colegio Santa Cruz (Pri)	Privado	Urbano
Rio Turbio	Escuela Primaria Provincial Nº 54 Wolf Schcolnik	Estatal	Urbano
Rio Turbio	E.P.J.A. Secundaria Nº 6	Estatal	Urbano
Rio Turbio	E.P.J.A. Secundaria Nº 6 - Anexo Comisaria Yacimientos Carboníferos	Estatal	Urbano
Rio Turbio	Escuela Industrial Nº 5 Tte. De Navio Agustín Del Castillo	Estatal	Urbano
Rio Turbio	Escuela Primaria Provincial Nº 68 Prof. Gerardo Menna	Estatal	Urbano
Rio Turbio	Colegio Prov. De Educación Secundaria Nº 4 Perito F. Pascacio Moreno	Estatal	Urbano
Rio Turbio	Jardín De Infantes Belén	Privado	Urbano
Rio Turbio	Centro Educativo de Formación y Actualización Profesional Nº 2	Estatal	Urbano
Rio Turbio	Colegio Santa Bárbara (Sec)	Privado	Urbano
Rio Turbio	Colegio Santa Cruz (Sec)	Privado	Urbano
Rio Turbio	Escuela Provincial de Música Re-Si (Sede RT)	Estatal	Urbano

Fuente: Registro Federal de Establecimientos Educativos, 2021.

4.5. Salud

En materia de salud, se puede destacar que la tasa de mortalidad infantil para la provincia de Santa Cruz se redujo del 15,5% en 2003 a 9,2% en 2016 (imagen 149), una cifra que es levemente inferior a la del total del país (9,7%) (DNAP, 2018).

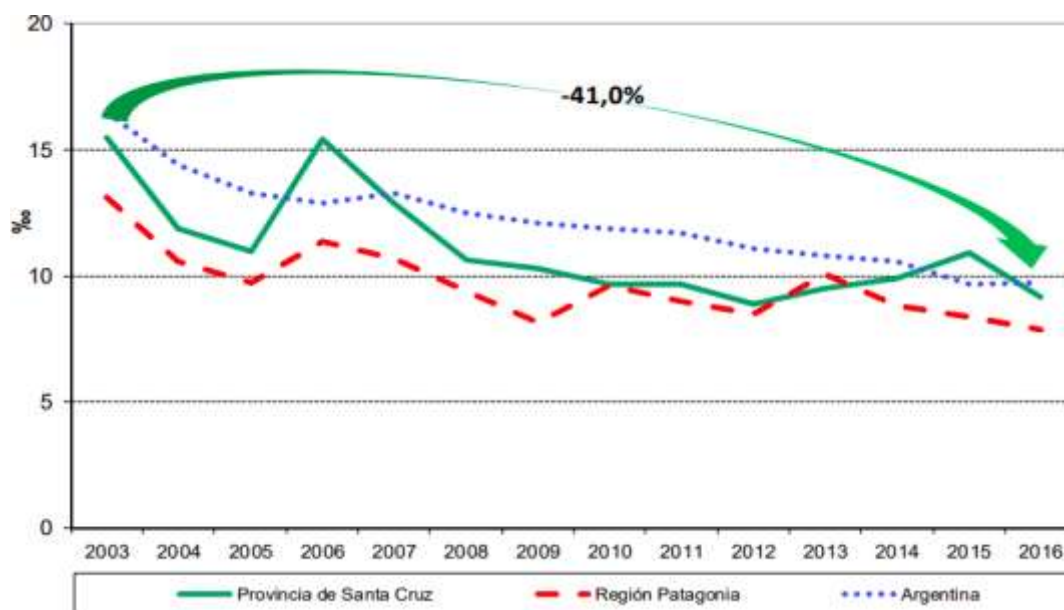


Imagen Nº 149. Evolución de la tasa de mortalidad infantil (en %)

Fuente: DNAP, 2018.

Otros indicadores vitales, en adición a la tasa de mortalidad infantil, para la provincia y el departamento de interés, se pueden observar en el cuadro 90. Los valores de Güer Aike de nacidos vivos se encuentran por encima del resto de los departamentos de la provincia, con excepción de Deseado. A su vez, las defunciones totales de Güer Aike alcanzan el mayor valor de los departamentos de Santa Cruz. En relación a la tasa de mortalidad, se puede notar que el valor para el departamento se encuentra por encima de la media provincial. Esto es debido a que se mueren 55 personas por mes en el departamento mientras que en la provincia 134. La tasa de natalidad es prácticamente igual entre Güer Aike y la provincia de Santa Cruz, mientras que la mortalidad infantil es levemente mayor en el departamento que en la provincia.

Cuadro Nº 90. Estadísticas vitales

Jurisdicciones	Departamentos	Güer Aike	Total Santa Cruz
Poblacion (*)		136.792	356.647
Nacidos Vivos		1.824	4.732
Defunciones	Totales	657	1.603
	Menores de 1	14	35
	Neonatales	10	23
	Posneonatales	4	12

	1 a 4	0	5
	5 a 14	0	4
	15 a 24	13	43
	25 a 34	15	44
	35 a 44	32	90
	45 a 54	52	145
	55 a 64	110	267
	65 a 74	146	327
	75 y mas	275	642
	Muertes Maternas	1	2
Tasa de natalidad		13,33	13,27
Tasa Mortalidad	General	4,80	4,49
	Infantil	0,10	0,10

Fuente: elaboración propia en base a DEIS, 2019; (*) INDEC, 2016.

4.5.1. Cobertura de salud

La posibilidad de tener cobertura médica se relaciona directamente con un menor grado de vulnerabilidad social, ya que la misma permite afrontar situaciones críticas y adversas. Asu vez, expresa una situación de estabilidad laboral, ya que es necesaria para sostener dicha cobertura. La provincia de Santa Cruz es la jurisdicción con la mayor tasa de cobertura de salud de Argentina, ya que para el segundo trimestre de 2017 el 91,7% de las personas contaban con algún tipo de cobertura médica (DNAP, 2018).

El tipo de cobertura de obra social y/o plan de salud para el departamento estudiado, y para la provincia, se desarrolla en el cuadro 91. La población que no posee ningún tipo de cobertura en Güer Aike es del 14%, valor que se encuentra por debajo del porcentaje provincial (17%) y del resto de los departamentos – a excepción de Magallanes que también posee un 14% –. A su vez, cabe destacar que el 66% de la población del departamento estudiado posee obra social.

Cuadro N° 91. Cobertura médica

Jurisdicción	Güer Aike		Santa Cruz	
Cobertura de salud	Casos	%	Casos	%
Obra social (incluye PAMI)	74.840	66	172.338	64
Prepaga a través de obra social	13.578	12	33.872	13
Prepaga solo por contratación	2.811	2	6.429	2

voluntaria				
Programas o planes estatales de salud	6.005	5	13.124	5
No tiene obra social, prepaga o plan estatal	16.015	14	45.273	17
Total	113.249	100	271.036	100

Fuente: INDEC, 2010.

4.5.2. Infraestructura de salud

Los establecimientos de salud presentes en las localidades de interés se presentan en el cuadro 92. De las 13 infraestructuras relevadas, 3 se encuentran en 28 de Noviembre mientras el restante 77% en Río Turbio. A su vez, 7 de los establecimientos son privados mientras 5 son públicos y uno de las Fuerzas Armadas. El establecimiento sanitario de mayor envargadura es el Hospital Dr. José Sanchez, en la localidad de Río Turbio y el cual constituye el centro de referencia para los hospitales de alrededor y de otras localidades. No obstante, no cuenta con infraestructura para tratar casos críticos con alto riesgo sino únicamente de mediano riesgo.

Cuadro Nº 92. Establecimientos sanitarios

Establecimiento	Localidad	Tipología de establecimiento	Nivel de riesgo
Hospital Distrital San Lucas	28 de Noviembre	Bajo riesgo con internación simple	Provincial
Cirek Gabinete de Kinesiología	28 de Noviembre	Centro Rehabilitación motora	Privado
Consultorio de Nutrición Nutridiet	28 de Noviembre	Con atención médica diaria y con especialidades y/o otras profesiones	Privado
Centro Integrador Comunitario Padre Carlos Múgica	Río Turbio	Con atención médica general por lo menos 3 días de la semana	Provincial
CIC Hielos Continentales	Río Turbio	Con atención médica diaria y con especialidades y/o otras profesiones	Provincial
Puesto Sanitario Julia Dufour San Cayetano	Río Turbio	Con atención médica general por lo menos 3 días de la semana	Provincial
Hospital Dr. José Sanchez	Río Turbio	Mediano riesgo con internación con cuidados especiales	Provincial
Cedimag Río Turbio	Río Turbio	Diagnóstico por Imágenes	Privado

Laboratorio de Análisis Clínicos - Labsur S.A.	Río Turbio	Laboratorio de Análisis Clínicos	Privado
Gabinete de Kinesiología - Lic. Valeria Quinteros	Río Turbio	Centro Rehabilitación motora	Privado
Consultorio Médico Dr. Lovera	Río Turbio	Con atención médica diaria y con especialidades y/o otras profesiones	Privado
Centro de Especialidades Médicas Odontológicas	Río Turbio	Con atención médica general por lo menos 3 días de la semana	Privado
Escuadrón 43 Río Turbio	Río Turbio	Otros	FFAA/Seguridad

Fuente: Registro Federal de Establecimientos de Salud, 2021.

4.6. Infraestructura y servicios

Para dar cuenta del medio socioeconómico del área de interés, es importante conocer los servicios e infraestructura pública disponible. La región de Río Gallegos es aquella que concentra la mayor proporción de equipamiento y servicios. La provisión de los servicios de energía eléctrica, agua potable y cloacas es realizada por la empresa Servicios Públicos Sociedad del Estado de la Provincia de Santa Cruz (SP). Los servicios para la delegación comunal de Julia Dufour son brindados por SP de 28 de Noviembre, si bien dicha delegación pertenece al municipio de Río Turbio.

En relación al agua, es posible analizar la tenencia de agua en los hogares (cuadro 93). Los valores se mantienen similares tanto para los distintos departamentos como para la provincia. Güer Aike presenta mayor porcentaje de tenencia de agua por cañería, lo que se traduce en menores casos de hogares con agua fuera de la vivienda, pero dentro del terreno.

Cuadro N° 93. Tenencia de agua

Jurisdicción	Güer Aike		Santa Cruz	
Tenencia de agua	Casos	%	Casos	%
Por cañería	33.065	97,7	77.865	96,46
Fuera de la vivienda pero dentro terreno	568	1,7	2.303	2,85
Fuera del terreno	223	0,7	557	0,69
Total	33.856	100	80.725	100

Fuente: INDEC, 2010.

De igual forma, en cuanto a la procedencia de agua en la Vivienda, exceptuando al departamento de Río Chico, las proporciones de acceso al agua por red pública son mayores al 90% para todos los casos (cuadro 94).

Cuadro N° 94. Procedencia del agua en la vivienda

Jurisdicción	Güer Aike		Santa Cruz	
Procedencia	Casos	%	Casos	%
Red pública	33.004	97,5	78.536	97,29
Perforación con bomba a motor	462	1,4	757	0,94
Perforación con bomba manual	45	0,1	112	0,14
Pozo	155	0,5	635	0,79
Transporte de cisterna	131	0,4	283	0,35
Agua de lluvia, río, canal u otro	59	0,2	402	0,5
Total	33.856	100	80.725	100

Fuente: INDEC, 2010.

En relación a la infraestructura, bienestar y condiciones habitacionales saludables, es importante conocer la existencia de cloacas y desagües sanitarios. Este indicador se presenta de modo muy dispar entre los diferentes departamentos (cuadro 95). Güer Aike, el departamento donde se encuentra el proyecto, presenta el mayor valor provincial de existencia de cloacas (92%), seguido por el departamento de Corpen Aike. El resto de los departamentos presentan valores significativamente menores.

Cuadro N° 95. Porcentaje de existencia de cloacas para los departamentos

Existencia de cloacas	Corpen Aike	Deseado	Güer Aike	Lago Argentino	Lago Buenos Aires	Magallanes	Río Chico
Sí	82,8	76,7	91,8	55,6	76,5	80,7	78,4
No	17,2	23,3	8,2	44,5	23,5	19,3	21,6

Fuente: INDEC, 2010.

Concentrándonos en las localidades de interés, se destaca que el sistema cloacal de Río Turbio desemboca por drenaje superficial abierto aguas abajo del arroyo San José, y se encuentra en contrucción una planta de tratamiento. En Julia Dufour sí cuenta con una planta de tratamiento, pero al no contar esta localidad con red la planta no se encuentra en funcionamiento. 28 de Noviembre dispone sus efluentes cloacales sobre el río Turbio, aguas abajo de la localidad.

El agua potable en Río Turbio proviene de 13 perforaciones ubicadas en parte aguas arriba (3

pozos) y principalmente aguas abajo (10 pozos) del embalse San José. A su vez, cuentan con dos cisternas en el sector más alto de la localidad (oeste). En cuanto a las localidades de 28 de Noviembre y de Julia Dufour, la provisión de agua potable proviene de 10 pozos ubicados sobre el arroyo Primavera (río Turbio) aguas arriba de la confluencia con el arroyo San José. También se registraron dos cisternas emplazadas al oeste de la Ruta Nacional Nº 40, mientras que se encuentra en proyecto la construcción de una tercera.

En cuanto a la existencia de red eléctrica para los hogares de la región, el 97,9% de los hogares a nivel provincial cuenta con sistema de red eléctrica. En el departamento de Güer Aike el 99,7% de los hogares cuentan con electricidad (cuadro 96).

Cuadro Nº 96. Existencia de electricidad

Jurisdicción	Güer Aike		Santa Cruz	
Tenencia de electricidad	Casos	%	Casos	%
Por red	33.286	98,3	79.061	97,9
Por generación propia a motor	306	0,9	850	1,1
Por generación propia por otros medios	171	0,5	493	0,6
No tiene	93	0,3	321	0,4
Total	33.856	100	80.725	100

Fuente: INDEC, 2010.

La mayor parte de los usuarios de energía eléctrica en el área de interés pertenecen a la categoría residencial, seguida por la comercial. Los únicos usuarios que pertenecen a la categoría industrial se ubican en el municipio de 28 de Noviembre (UTN, 2015).

El departamento de Güer Aike presenta un porcentaje de hogares con tenencia de gas de red usado principalmente para cocinar mayor a la media de la provincia (cuadro 97). En las localidades de interés la distribución de gas está a cargo de la empresa estatal Distrigas

S.A. Se están llevando a cabo actualmente obras de reacondicionamiento de infraestructura para la red de gas natural en las localidades estudiadas. El área cuenta con el gasoducto Campo Boleadoras – Río Turbio que llega hasta la homónima localidad luego de recorrer 178 kilómetros, lo cual permitió la conversión a gas natural en muchos hogares.

Cuadro Nº 97. Existencia de gas natural de red

Jurisdicción	Güer Aike		Santa Cruz	
Combustible usado principalmente para cocinar	Casos	%	Casos	%
Gas de red	32.738	96,7	76.631	94,9
Otro	1118	3,3	4094	5,1
Total	33.856	100	80.725	100

Fuente: INDEC, 2010.

Nota: en "Otro" se incluyó gas a granel, gas en tubo, gas en garrafa, leña o carbón, electricidad, entre otros.

La cobertura de servicios por red es amplia, inclusive en la localidad rural de Julia Dufour (cuadro 98). De las localidades en cuestión, Río Turbio es aquella que presenta mayor grado de cobertura en los tres servicios analizados, alcanzando un porcentaje mayor al 98% de las viviendas en todos los servicios. Asimismo, 28 de Noviembre también presenta valores de cobertura altos.

Cuadro Nº 98. Viviendas según provisión de servicios

Jurisdicción		Gas de red	Red pública (cloaca)	Red pública (agua)	Total (viviendas)
Localidad Julia Dufour		85	60	88	Total
		94,4	68,2	97,8	%
Localidad Río Turbio		2.415	2.439	2.464	Total
		98,0	99,3	100,0	%
Localidad 28 de Noviembre		1.669	1.612	1.691	Total
		97,7	95,2	99,0	%

Fuente: INDEC, 2010.

Respecto a la recolección de residuos, ambas municipalidad son las encargadas de proveer el servicio. La disposición final de los residuos sólidos urbanos recolectados se realiza en tres sitios. Por un lado, en la localidad de Julia Dufour se encuentra un basural a cielo abierto, al este de la Ruta Nacional Nº 40. En la municipalidad de Río Turbio se construyó una Planta de Tratamiento de RSU al sur de la localidad, donde paulatinamente los residuos recolectados en ambas localidades se están destinando a esta planta donde son clasificados. En 28 de Noviembre los residuos se disponen en un basural a cielo abierto presente al sur del casco urbano.

En relación a la existencia del transporte público cercano a la zona residencial, según el Censo realizado por el INDEC en 2001 es posible notar que hay diferencias significativas entre los distintos departamentos. El departamento de Güer Aike cuenta con un 90% de sus hogares que presentan cercanía de medios de transporte públicos, mientras que otros departamentos tal como Río Chico, Lago Argentino y Magallanes presentan valores menores al 10%.

La infraestructura recreativa del área de estudio es variada. En cuanto a los sitios y establecimientos turísticos se destaca el Centro de Esquí Valdelén, que debido a sus condiciones climáticas su temporada suele extenderse por períodos breves. En la misma zona se encuentra un bosque de lengas y el denominado Bosque de los Duendes, en el que se puede realizar un recorrido apreciando figuras talladas sobre madera de lenga. En los alrededores de la zona se encuentra el Museo Escuela Minero, dentro del predio de YCRT, donde se puede apreciar un recorrido por la historia de la mina en relación con los hitos fundacionales de la ciudad de Río Turbio. En la localidad de 28 de Noviembre, por su parte, se emplaza el Museo de los Pioneros y una oficina de turismo que ofrece información de las principales actividades del lugar. En ambos municipios, se pueden localizar canchas de fútbol y básquet, centros deportivos y lugares de espacio público junto a plazas públicas de recreación.

En relación al equipamiento urbano de seguridad, en la localidad de Río Turbio se encuentra la policía provincial y la Gendarmería Nacional, que se encarga de las tareas asociadas a la

seguridad dentro de las inmediaciones de YCRT y de los controles fronterizos. A su vez, se encuentra el Cuerpo de Bomberos Voluntarios. En Julia Dufour se encuentra una guardia policía, con un destacamento ubicado sobre la Ruta Nacional N° 40. Por último, en la localidad de 28 de Noviembre se localizan una comisaría de la policía provincial, un destacamento policial y un cuartel de bomberos voluntarios.

4.7. Estructura económica y empleo

4.7.1. Características laborales

La situación y mercado laboral constituyen un aspecto sumamente importante dentro de la caracterización socioeconómica de la sociedad. En el cuadro 99 se pueden observar indicadores generales del mercado laboral para la provincia de Santa Cruz, la región patagónica y el país. Se puede notar que la tasa de actividad para la provincia de Santa Cruz tiene valores similares al porcentaje para la región y para el país, mientras que la tasa de desocupación es particularmente menor en la provincia que en la región y en el país. El número de personas en la administración pública provincial de Santa Cruz es importante: en el año 2015 fueron 35 mil los agentes públicos, lo que equivalió al 55% de los asalariados del sector privado formal provincial de dicho año. La remuneración promedio de los trabajadores formales del sector privado santacruceño en el segundo trimestre de 2017 fue de \$48.030, el importe más alto del país, superior en un 78,8% al promedio nacional. A su vez, el ingreso per cápita familiar promedio fue de \$ 11.672, el tercero más elevado del país, siendo superado solo por los registros de Tierra del Fuego y CABA (DNAP, 2018).

Cuadro N° 99. Indicadores del mercado laboral

Indicador	Provincia de Santa Cruz	Región Patagonia	País
Tasa de actividad (%)	43,9	42,4	45,4
Tasa de desocupación (%)	4,3	6,5	8,7
Asalariados sector privado formal (miles)	58	399	6.184
Empleo en la Administración Pública Provincial (miles)	35	215	2.201
Remuneración bruta del sector privado formal (\$) (*)	48.030	38.238	26.855
Asalariados sin descuento jubilatorio (%)	14,0	18,7	33,7

Fuente: DNAP, 2018.

Nota: los valores de la tabla corresponden al período del 2do trimestre de 2017, a excepción del indicador "Empleo en la Administración Pública Provincial" que corresponde al año 2015. (*) Los datos son promedios mensuales.

Tal como se puede observar en la imagen 150, el desempleo se ha mantenido en el período 2003-2011 en valores del orden del 2-3%. A partir del año 2012 se observó una tendencia creciente llegando a un pico en el cuarto trimestre de 2016, reduciéndose nuevamente en el 2017.

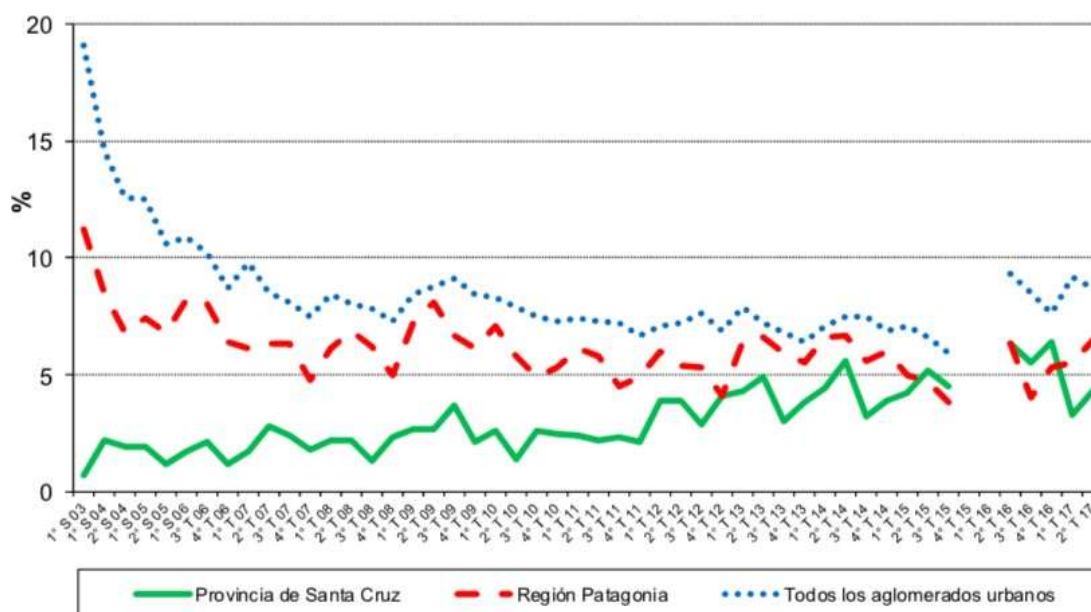


Imagen Nº 150. Evolución de la tasa de desocupación (en %)

Fuente: DNAP, 2018.

Para caracterizar la situación laboral en las localidades de estudio, en el cuadro 100 se encuentra la última información disponible de las mismas, correspondiente al año 2010. La población desocupada en las jurisdicciones analizadas no supera el 4% de las respectivas poblaciones. A su vez, los niveles de ocupación rondan entre el 67%, de la población en el departamento de Güer Aike y en 28 de Noviembre, y el 70% en Julia Dufour y Río Turbio.

Cuadro Nº 100. Población por condición de actividad agregada

Jurisdicción	Ocupado	Desocupado	Inactivo	Total (población)
Departamento de Güer Aike	55.474	3.087	24.204	Total
	67,0	3,7	29,2	%
Localidad Julia Dufour	151	8	54	Total
	70,9	3,8	25,4	%
Localidad RíoTurbio	4.265	196	1.741	Total
	68,8	3,2	28,1	%
Localidad 28 de Noviembre	2.999	143	1.307	Total
	67,4	3,2	29,4	%

Fuente: INDEC, 2010.

En cuanto a la categoría ocupacional de la población, en el departamento de Güer Aike existe un amplio predominio de población obrera o empleada, sea del sector público como del sector privado, seguida por la población que trabaja por cuenta propia (cuadro 101).

Cuadro Nº 101. Población por categorías de ocupación

Jurisdicción	Obrero empleado o	Patrón	Trabajador por cuenta propia	Trabajador familiar	Total (población)
Provincia de Santa Cruz	106.918	6.276	14.012	2.705	Total
	82,3	4,8	10,8	2,1	%
Departamento de Güer Aike	46.739	3.081	5.229	970	Total
	83,4	5,5	9,3	1,7	%

Fuente: INDEC, 2010.

En el sector privado el empleo se ha mantenido prácticamente constante en el período desde 2006 a 2016 (imagen 151). Como se observa, la mayor proporción de los trabajadores privados se encuentran empleados por el área de servicios, seguido por la minería y el petróleo, el comercio, la construcción y la agricultura, ganadería y pesca. Luego se encuentra el sector industrial y por último el área de electricidad, gas y agua.

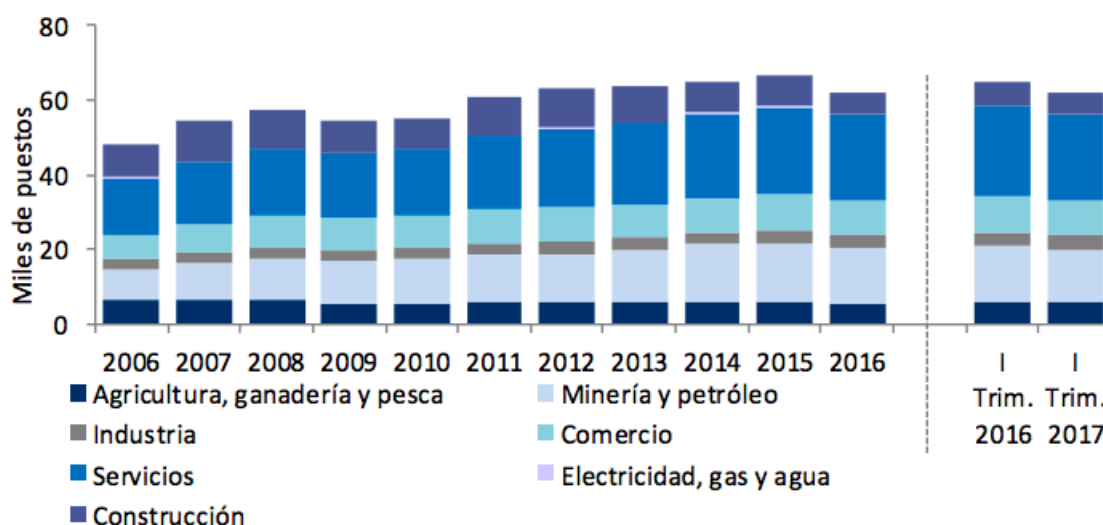


Imagen Nº 151. Evolución del empleo registrado del sector privado (miles de puestos de trabajo), años 2006-2016 y I trimestre 2016-2017

Fuente: Subsecretaría de Programación Microeconómica (SSPMicro), 2018.

El total para la provincia para la población que recibe aportes por parte del empleador es del 66%, valor que se encuentra levemente superado en el departamento de Güer Aike (cuadro 102).

Cuadro Nº 102. Aportes jubilatorios

Jurisdicción	Le descuentan	Aporta	No descuentan ni le aporta	No recibe sueldo	Total (población)
Provincia de Santa Cruz	66	8	25	1	%
Departamento de Güer Aike	69	7	23	1	%

Fuente: INDEC, 2010.

4.7.2. Situación productiva

El Producto Bruto Geográfico (PBG) de Santa Cruz representa poco menos del 2% del total país. Entre 1993 y 2005 (último año disponible) acumuló un crecimiento real del 53%, porcentaje que fue muy superior al registrado por el PIB, que en dicho período fue de 28,9%. Los sectores productores de bienes generan el 54,3% del producto bruto provincial, de acuerdo a datos del año 2005. Entre dicho sector se destaca el rubro de “Explotación de minas y canteras”, que aportó en el año 2013 cerca de un tercio del valor agregado de la provincia y ocupó el 19% de los puestos de trabajo formales del sector privado. En segundo lugar, se ubicó la construcción (DNAP, 2018).

Por otro lado, los sectores productores de servicios representan el 45,7% del PBG. En este sector se destaca el rubro “administración pública, defensa y seguridad social obligatoria” que generó el valor agregado más alto (representando un 12,3% del total del Producto Bruto Geográfico), seguido por los servicios inmobiliarios, empresariales y de alquiler (DNAP, 2018).

Ramas de la economía

La mayoría de las actividades económicas de la región carecen de información económica sistemática. En el censo del año 2010 se encuentra la capacidad de generación de empleo para la provincia de Santa Cruz y el departamento de Güer Aike, por lo que analizando el peso de cada rama de la economía a partir de esta información se puede llegar a conclusiones válidas (cuadro 103). Se destaca así el importante peso que tiene la rama de administración pública (19%), la construcción (13,1%), la población empleada en el sector de limpieza (9,7%) y la enseñanza (9,2%).

Cuadro Nº 103. Población ocupada por rama

Actividad	Pcia. Cruz	Santa Cruz	Dto. Aike	Güer
	Pob	%	Pob	%
En ocupaciones de la gestión administrativa, jurídica, contable y financiera	21.727	16,7	10.57	18,9
En ocupaciones de la construcción y de la infraestructura	16.561	12,8	7.325	13,1
En ocupaciones de la limpieza doméstica y no doméstica	13.013	10,0	5.453	9,7
En ocupaciones de la educación	9.475	7,3	5.152	9,2
En ocupaciones de servicios de seguridad estatal y privada y de las FFAA.	7.982	6,1	3.865	6,9

En ocupaciones de la comercialización	9.179	7,1	3.493	6,2
En ocupaciones del transporte y del almacenaje	9.020	6,9	2.793	5,0
En ocupaciones de la salud y la sanidad	4.899	3,8	2.528	4,5
En ocupaciones directivas y gerenciales de empresas privadas pequeñas y medianas	5.585	4,3	2.513	4,5
En ocupaciones de la producción industrial y artesanal	5.913	4,6	2.180	3,9
En ocupaciones de la producción extractiva	5.293	4,1	1.733	3,1
En ocupaciones de la gastronomía y del turismo	3.367	2,6	1.215	2,2
En ocupaciones de otros servicios varios	3.295	2,5	1.117	2,0
En ocupaciones de otros servicios sociales básicos	2.232	1,7	1.042	1,9
En ocupaciones con información insuficiente	2.499	1,9	916	1,6
En ocupaciones de la reparación de bienes de consumo	1.599	1,2	793	1,4
En ocupaciones directivas y gerenciales de grandes empresas privadas	1.327	1,0	791	1,4
En ocupaciones de la producción ganadera, apícola-avícola, forestal y de caza	1.182	0,9	445	0,8
En ocupaciones directivas de instituciones estatales y de organizaciones sociales	775	0,6	398	0,7
En Ocupaciones De Las Telecomunicaciones	712	0,6	339	0,6
En ocupaciones de la instalación y mantenimiento de maquinaria, equipos y sistemas	976	0,8	339	0,6
En ocupaciones de la producción agrícola	746	0,6	275	0,5
Total	129.91	100	56.02	100

Fuente: INDEC, 2010.

A su vez, según los datos del Censo del 2010, en el departamento de Güer Aike el 44,93% de la población trabaja en el sector privado, seguido por el sector público provincial (33,35%), luego el municipal (11,27%) y por último el nacional (10,45%). La ocupación en el sector privado formal aumentó un 146% desde 2002, pasando de 25,9 mil puestos de trabajo a 63,7 mil en 2013 (DNAP, 2018).

Principales actividades económicas de la provincia

Las principales actividades productivas relevantes para la provincia de Santa Cruz se pueden observar en el cuadro 104.

Cuadro Nº 104. Actividades productivas relevantes

Actividad	Provincia de Santa Cruz	Región Patagonia	País
Producción de gas (miles de m³) (1)	3.930.679	30.577.277	41.708.285
Producción de petróleo (m³) (1)	6.979.812	25.481.995	32.461.091
Carbón mineral (producción bruta, t) (2)	245.718	245.718	245.718
Oro (kg) (2)	11.392	11.452	54.651
Plata (kg) (2)	389.889	394.889	799.277
Pesca (capturas, t) (1)	138.167	350.464	822.483
Existencia de ganado ovino (cabezas) (3)	3.032.923	9.111.168	14.574.889
Faena ovina (cabezas) (1)	291.567	570.895	773.000
Lana (t) (4)	7.250	25.960	42.000
Energía eólica (generación, MWh) (2)	9.790	323.916	369.241
Turismo (plazas hoteleras y para-hoteleras) (5)	14.794	91.894	564.368

Fuente: DNAP, 2018.

Nota: (1) Los datos corresponden al período del año 2013; (2) Período: 2012; (3) Período: marzo 2013; (4) Período 2012-2013; (5) Período 2009.

- Extracción de hidrocarburos: es una de las actividades más relevantes en la provincia de Santa Cruz, la cual genera una importante masa de recursos financieros (de hecho, en el 2013 representaron el 21% del total de los ingresos). En la provincia se produce el 22% del petróleo y el 9% del gas del país, limitándose la actividad únicamente a la extracción y el transporte ya que no existen refinerías en la provincia. Casi el 90% de la producción de petróleo en el año 2013 correspondió a la Cuenca del Golfo San Jorge, ubicada al noreste, en los departamentos Deseado y Lago Buenos Aires. En tanto la producción de gas provincial, la mitad corresponde a la Cuenca Austral, ubicada al sur, principalmente en el Departamento de Güer Aike; mientras que la otra mitad restante proviene de la Cuenca del Golfo San Jorge, principalmente en el Departamento Deseado.
- Actividad minera: la misma incluye la explotación de minerales metalíferos, no metalíferos y rocas de aplicación. En Santa Cruz se extrae el 21% del oro del país y el 49% de la plata, lo cual cobró impulso a partir del año 1998 con la extracción a cielo abierto de estos minerales en el Cerro Vanguardia. La actividad minera tradicionalmente desarrollada por Santa Cruz es la extracción de carbón mineral, siendo la única provincia productora de este mineral en el país. La explotación de oro y plata se desarrolla principalmente en el Departamento Magallanes donde se encuentran las minas Cerro Vanguardia, Manantial

Espejo y Veta Martha. Por su parte, la extracción de carbón se realiza en el Yacimiento Río Turbio, en el Departamento Güer Aike.

- Actividad pesquera: según los datos del cuadro 104, la misma representó el 17% del total capturado en el país, la segunda en importancia del sector primario luego de la industria metalífera. Las principales especies en la provincia son la merluza habbshi, el calamar illez y los langostinos. Esta actividad se desarrolla en los principales puertos de la provincia, Puerto Deseado y Caleta Paula, ambos ubicados en el Departamento Deseado (DNAP, 2018).
- Ganadería:
 - Producción ovina: es una actividad tradicional de la Región Patagonia. En marzo de 2013 en Santa Cruz se localizaban alrededor del 21% del stock del ganado ovino del país, segundo porcentaje mayor luego de Chubut. Asimismo, la provincia de Santa Cruz cuenta con la mayor faena de ovinos, representando en el 2013 el 51% de la faena regional y el 38% de la del país. La ganadería ovina se extiende por todo el territorio provincial, destacándose el Departamento de Güer Aike, donde se realiza también la faena ovina – actividad desarrollada particularmente en la localidad de Río Gallegos donde se encuentran la mayor parte de los frigoríficos–. Existen en la provincia cuatro frigoríficos tipo A (habilitados por SENASA) y existen mataderos municipales y un alto porcentaje de faena informal.
 - Producción lanera: esta actividad representó el 17% del total de la lana producida en el país en la zafra 2012/2013. El proceso de producción lanera culmina en la etapa de clasificación, anterior al proceso industrial. De este modo el producto es exportado o enviado para su industrialización a Trelew o al conurbano bonaerense. Esta actividad se localiza en mayor proporción en los departamentos Deseado, Corpen Aike y Güer Aike.
- Energía eólica: la generación de esta energía renovable se desarrolla principalmente en la Región Patagonia. En 2012 Santa Cruz generó el 3% del total nacional de dicha energía, valor que en los últimos años fue aumento debido a la mayor presencia de parques eólicos (véase sección 4.8 Sector energético). Esta actividad se concentra en el Departamento Deseado.
- Actividad turística: debido a la variedad de paisajes naturales que se encuentran en el territorio de la provincia, el turismo constituye una actividad relevante. Los principales centros turísticos son El Calafate, a partir de su cercanía al Glaciar Perito Moreno, y El Chaltén. El departamento que presenta mayor cantidad de plazas es Lago Argentino, donde se encuentran los centros turísticos anteriormente nombrados. En menor medida, la actividad turística se desarrolla en los departamentos de Güer Aike y Lago Buenos Aires.

Tal como se fue mencionando, las actividades descriptas anteriormente se desarrollan en ubicaciones específicas de acuerdo a las características de las mismas. En la imagen 152 se muestra la distribución territorial de las actividades productivas seleccionadas por su relevancia a nivel provincial, en los principales departamentos productores, para los períodos en los cuales se hace referencia en el cuadro 104.

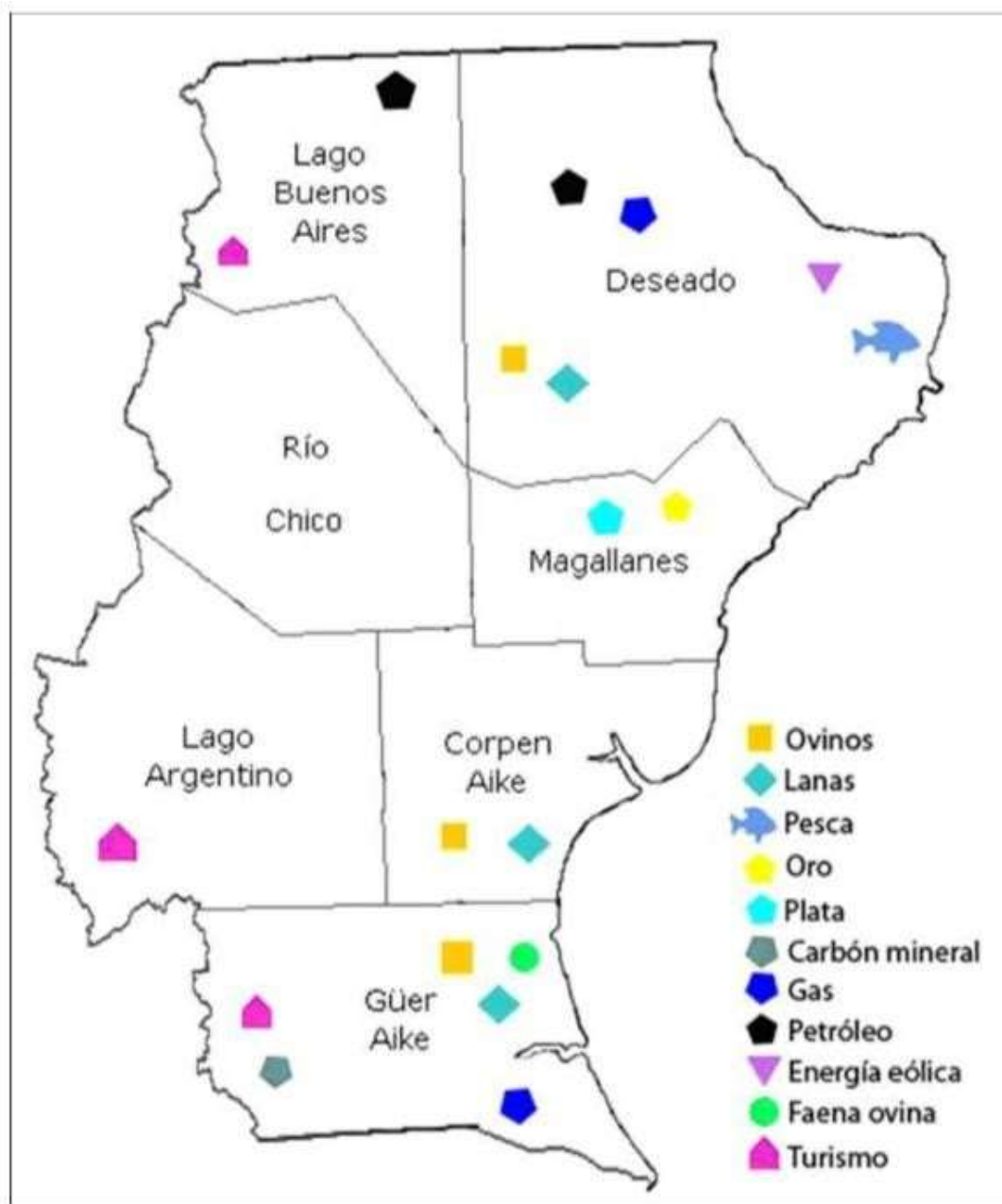


Imagen Nº 152. Distribución territorial de actividad productivas relevantes

Fuente: DNAP, 2018.

Exportaciones

La oferta exportable de la provincia de Santa Cruz se basa, de acuerdo al perfil productivo, en la explotación de recursos naturales. Tal como se observa en el cuadro 105, en el año 2016 las exportaciones provinciales ascendieron a 2.055,3 millones de dólares, representando el 3,6% de las ventas externas a nivel nacional (54.693 millones de dólares) y ocupando el cuarto lugar en el ranking provincial de exportaciones.

Cuadro Nº 105. Actividades productivas relevantes

Provincia de Santa Cruz

Exportaciones 2016 (en millones de dólares)	2.055,3
Participación en el total nacional	3,6%
Posición en ranking provincial	4
Tasa de crecimiento 2015-2016	-0,1%

Fuente: SSPMicro, 2018.

Siguiendo la clasificación de las exportaciones provinciales según grandes rubros, se desprende que cerca del 75% de las ventas externas correspondieron a Manufacturas de Origen Industrial (MOI) seguidas por Productos Primarios con cerca del 25% de los envíos. El resto corresponde a Manufacturas de Origen Agropecuario (MOA). En la imagen 153 se puede observar la evolución de estos grandes rubros en el período de 2006 hasta 2016. Se destaca la disminución en exportaciones en millones de dólares de las energías y los combustibles, mientras predomina las MOI.

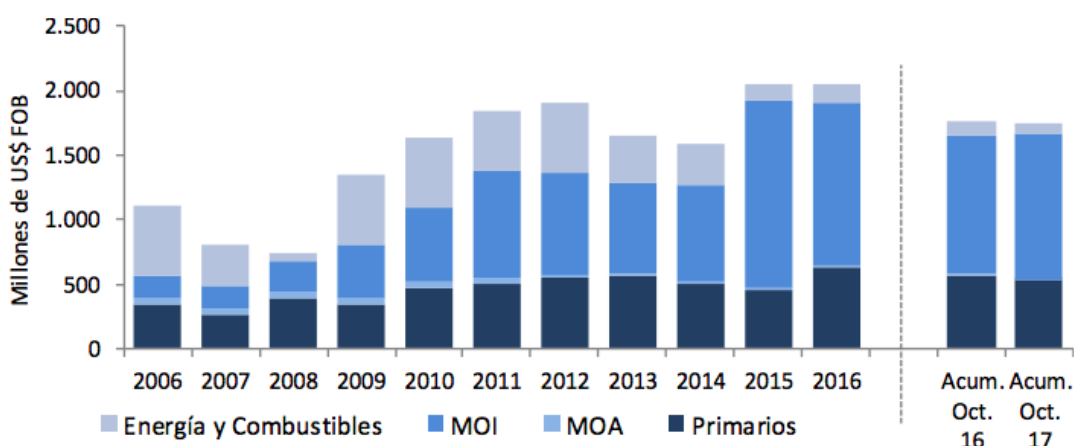


Imagen Nº 153. Evolución por grandes rubros para los años 2006-2016 y acumulado octubre 2016-2017

Fuente: SSPMicro, 2018.

En el cuadro 106 se muestran los principales productos exportados para el año 2016. Se puede notar que la producción de oro cuenta con una participación del 53,6%, representando más de la mitad de las exportaciones provinciales. En segundo lugar, se destacan las exportaciones de la actividad pesquera –incluyendo langostinos enteros, partes congeladas, etc. – que alcanzan al 24,7% de los ingresos. La exportación de plata en bruto representa el 7,5%, mientras que si se tiene en cuenta la exportación de concentrados de plata el total de la producción (bruto o concentrado) alcanza a representar el 13,3% de los ingresos por exportaciones. Por su parte, la producción de petróleo crudo alcanza el 7,3%. La producción de lana sucia alcanza al 1,1% del ingreso.

Cuadro Nº 106. Principales 10 productos exportados, 2016

Producto	Complejo	Valor	Participación
Oro en bruto	Minero	1.101,9	53,6%
Langostinos enteros congelados	Pesquero	370,1	8,0%
Plata en bruto	Minero	153,4	7,5%
Petróleo crudo	Hidrocarburos	149,5	7,3%
Concentrados de plata	Minero	119,2	5,8%
Partes de langostinos congelados	Pesquero	45,0	2,2%
Calamares congelados	Pesquero	38,9	1,9%
Lana sucia	Lana	22,6	1,1%
Merluza negra congelada	Pesquero	18,5	0,9%
Cangrejos congelados	Pesquero	6,5	0,3%
Resto exportaciones		29,7	1,4
Total 10 primeros productos		2.055,3	100%

Fuente: SSPMicro, 2018.

Caracterización económica de la Cuenca Carbonífera

La principal actividad productiva de la Cuenca Carbonífera es la producción de carbón del Yacimiento Río Turbio y a partir de la misma se estructura el resto de las actividades de la región. En la sección 4.8 Sector Energético se encuentra desarrollada la situación productiva actual e histórica de la extracción de carbón.

Aunque el Departamento de Güer Aike forma parte de una región donde se desarrollan actividades ganaderas, la Cuenca Carbonífera cuenta únicamente con establecimiento rural de pequeña escala –de subsistencia– con reducidas cabezas de ganado, principalmente ovino.

En relación a la producción hortícola, la misma se destina fundamentalmente al mercado local de la Cuenca Carbonífera, ya que debido a las grandes distancias no es posible destinarlas a los centros de abastecimiento de productos frescos. Se desarrolla en pequeña escala, en vista de las reducidas superficies cultivables, y muchas veces no logran constituir unidades económicas. Así, la agricultura se presenta como una actividad con importancia marginal, ya que la superficie implantada en el departamento es de apenas 10 hectáreas que corresponden exclusivamente a forrajeras perennes (cuadro 107).

Cuadro N° 107. Superficie implantada según cultivo, 2018

Jurisdicción	Superficie	Implantada								
		Total	Cereales	Legumbres	Forrajes anuales	Forrajes perennes	Hortalizas	Flores de corte	Frutales	Bosques y montes implantados
Provincia de Santa Cruz	has	11.499	0,018	0,138	14,8	11.249	9	0,52	225,6	0,4
	%	100	0,0	0,0	0,1	97,8	0,1	0,0	0,0	0,1
Departamento de Güer Aike	has	10	0	0	0	10	0	0	0	0
	%	100	0	0	0	100	0	0	0	0

Fuente: Censo Nacional Agropecuario (CNA), 2018.

4.8. Sector energético

4.8.1. Introducción

El Balance Energético (BE) constituye un instrumento de carácter general y sistemático, que puede utilizarse tanto para el análisis global, ambiental y económico, así como para la elaboración de planes y la toma de decisiones del sector. Por otro lado, hace posible comparaciones de la Matriz Energética a lo largo de los años, hacer comparaciones a un momento determinado, tanto a nivel nacional como con otros países, de la región, o a nivel mundial.

A los efectos de determinar la estructura, un BE es un conjunto de relaciones en equilibrio que ponen de manifiesto todos los mecanismos por los cuales la energía se produce, transforma, consume, etc. Esas relaciones pueden ser de dos tipos:

- Relaciones físicas: son aquellas que dependen fundamentalmente de las operaciones y los procesos tecnológicos de producción, transformación, etc. (como las ecuaciones de balance; o los rendimientos de las refinerías o centrales eléctricas).
- Relaciones estructurales: son aquellas que tienen que ver con las características propias del mercado energético, como el grado de penetración y/o sustitución entre formas análogas de energía.

Las primeras tienen un mayor grado de universalidad mientras que las segundas reflejan el comportamiento socioeconómico y en definitiva político del desarrollo energético del país o región.

El BE puede ser explicitado en la realización de un diagrama de flujo cuyos elementos constitutivos son un conjunto de bloques vinculados por un conjunto de flechas. Las flechas representan los flujos de energía, y los bloques representan producciones, intercambios, procesos de transformación, consumos de energía, etc.

Los componentes básicos del balance son (imagen 154):

- 1) Fuentes energéticas
 - a) Energía primaria
 - b) Energía secundaria
- 2) Oferta total
 - a) Energía primaria

- b) Energía secundaria
- 3) Oferta interna
 - a) Energía primaria
 - b) Energía secundaria
- 4) Centros de transformación
- 5) Pérdidas, ajustes y no aprovechado
- 6) Consumo
 - a) Consumo propio
 - b) Consumo final
 - i) Consumo no energético
 - ii) Consumo energético

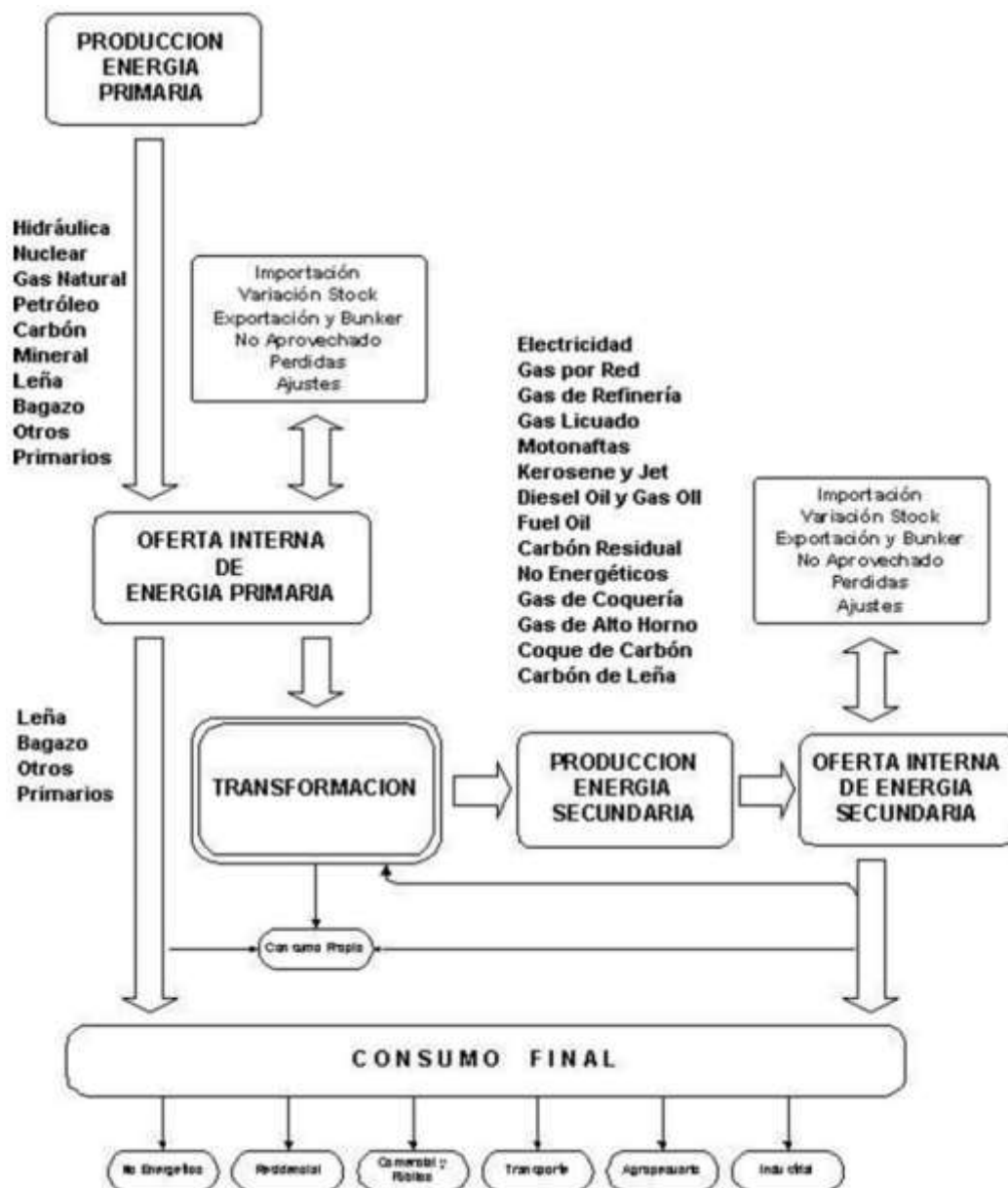


Imagen N° 154. Relación entre componentes básicos del BE

Fuente: Secretaría de Energía de la Nación.

A continuación se describen los componentes básicos del balance anteriormente nombrados.

1) Los dos tipos de fuente de energías posibles se expresan como:

- **Energía primaria:** se entiende por energía primaria a las distintas fuentes de energía en el estado que se extrae o captura de la Naturaleza. Sea en forma directa, como en el caso de la energía hidráulica, eólica, solar, o después de un proceso de extracción o recolección, como el petróleo, el carbón mineral, la leña, etc.
- **Energía secundaria:** son los diferentes productos energéticos (no presentes en la naturaleza como tales) que son producidos a partir de energías primarias o secundarias en los distintos centros de transformación, con la finalidad de hacerlas más aptas a los requerimientos del consumo.

Los tipos de energía secundaria consideradas son: Electricidad (generada de cualquier recurso), Gas Distribuido por Redes (es el gas natural que resulta después del proceso de acondicionamiento y separación de condensados), Gas de Refinería, Gas Licuado, Motonaftas (son las naftas obtenidas de la refinación del petróleo y/o del tratamiento del gas natural), Kerosenes (incluye kerosén propiamente de dicho y turbo combustibles), Diesel y Gas Oil, Fuel Oil, Carbón Residual (se refiere al coque de petróleo), No Energéticos (productos que no se utilizan con fines energéticos aun cuando poseen contenido energético), Gas de Coquería (es el gas producido en la coquización del carbón), Gas de Alto Horno (es el gas producido en el proceso de obtención del arrabio), Coque de Carbón (es el coque obtenido de las coquerías siderúrgicas) y Carbón de Leña (obtenido de la pirolisis de la leña en las carboneras).

2) La oferta total puede ser tanto energía primaria como secundaria, cada una de las cuales se expresa de acuerdo a las siguientes ecuaciones:

De la Energía Primaria = Producción de energía primaria + importación de energía primaria + variación de stock (con su signo, pudiendo ser positivo o negativo).

De la Energía Secundaria = Producción de energía secundaria + importación de energía secundaria + variación de stock (con su signo, pudiendo ser positivo o negativo).

Siendo la producción, es el total producido, técnica y económicamente utilizable. Como Variación de Stock (o Variación de Inventario) se entiende a la diferencia entre el valor de la existencia Inicial del energético dado al comienzo del ejercicio menos la existencia Final del mismo al fin del periodo. O sea, $\text{Var. Stock} = \text{Ex}_i - \text{Ex}_f$. Un valor positivo, indicará que en el periodo en cuestión, se consumió producto almacenado (produce un incremento en la Oferta), mientras un valor negativo, indica que parte del energético no se consumió en el período, sino que se lo almacenó (produciendo una disminución en la Oferta).

3) La oferta interna, nuevamente, puede ser tanto energía primaria como secundaria, cada una de las cuales se expresa de acuerdo a las siguientes ecuaciones:

De la Energía Primaria = Oferta total de energía primaria - exportación y bunker - pérdidas - no aprovechada + ajustes (puede ser positivo o negativo).

De la Energía Secundaria = Oferta total de energía secundaria - exportación y bunker - pérdidas - no aprovechada + ajustes (puede ser positivo o negativo).

La Oferta Interna de un balance energético representa el total de energía efectivamente disponible para ser transformada (refinerías, planta de tratamiento de gas, carboneras, etc.), ser consumida en el propio sector energético, o ser consumida por los usuarios finales dentro del país. El Bunker es el combustible que es abastecido en el país y se consume, básicamente en embarcaciones y aviones, fuera de sus fronteras. Por tal motivo, si bien no es una exportación, se lo agrega junto a estas, ya que desde el punto de vista

energético, es como si lo fuera, restando a la Oferta Interna.

El destino de la Oferta Interna, primaria o secundaria, es:

$$\text{Oferta Interna} = \text{Transformación} + \text{Consumo Propio} + \text{Consumo Final}$$

Donde la transformación es la cantidad de energía, de fuentes primarias (y secundarias), que ingresa a los Centros de Transformación, para convertirse en Energía Secundaria. El Consumo Propio, por su parte, es la energía consumida para la propia transformación energética. El Consumo Final de fuentes primarias y secundarias es la cantidad de energía que consume el sistema socioeconómico para atender las necesidades (usos) de los hogares y de las actividades productivas y de servicios. Se desagrega en los siguientes componentes:

$$\text{Consumo Final} = \text{Consumo No Energético} + \text{Consumo Residencial} + \text{Consumo Comercial y Público} + \text{Consumo Transporte} + \text{Consumo Agropecuario} + \text{Consumo Industria}$$

- 4) Los Centros de Transformación (4) se refiere a los centros donde el energético que entra se modifica en procesos especiales, produciendo un energético diferente. En estos Centros de Transformación, se producen cambios físicos y/o químicos de la correspondiente fuente de energía con lo que se obtiene otro energético (se producen pérdidas en la transformación, consumos propios e ineficiencias de los procesos de transformación).

Esta transformación se puede dar a partir de energéticos primarios o partir de energéticos secundarios producidos previamente (reciclo) en algún otro centro de transformación. Existen distintos tipos de centros de transformación, a saber:

- Centro de Centrales Eléctricas (centrales eléctricas asociadas al servicio público y de autoproducción). Estos centros de transformación están constituidos, según el caso, por centrales hidroeléctricas, centrales térmicas convencionales con turbinas a vapor, turbinas a gas, ciclos combinados y motores de combustión interna, centrales núcleo eléctricos, eólicas y paneles solares.
- Centrales de Servicio Público: comprende todos los centros de generación de electricidad (sean estas públicas o privadas), que suministran energía al servicio público de distribución de energía eléctrica. En Diciembre de 1991 fue sancionada la Ley 24.065, en cuyo artículo 1º se expresa: "Caracterizase como servicio público al transporte y distribución de electricidad. La actividad de generación, en cualquiera de sus modalidades, destinada total o parcialmente a abastecer de energía a un servicio público será considerada de interés general, afectada a dicho servicio y encuadrada en las normas legales y reglamentarias que aseguren el normal funcionamiento del mismo." No obstante lo cual se las suele nombrar como centrales de Servicio Público, para diferenciarlo claramente de lo que es la autogeneración.
- Centrales de Autogeneración: son los equipos generadores de electricidad de propiedad de los consumidores para atender sus propias necesidades y pueden entregar sus excedentes de producción de electricidad a la red pública. En la Rca Argentina se encuentran principalmente en establecimientos industriales, comerciales o del propio sector energético como yacimientos, refinerías, gasoductos, etc. En la Provincia de Santa Cruz este subsector ha tenido gran importancia histórica y mayor incidencia que en el resto del país, por la condición aislada que la misma ha tenido del Sistema Argentino de Interconexión – SADI, resuelto hace menos de una década.

La energía eléctrica se genera a partir de energía primaria y de energía secundaria, según sea el tipo de generador y combustible utilizado.

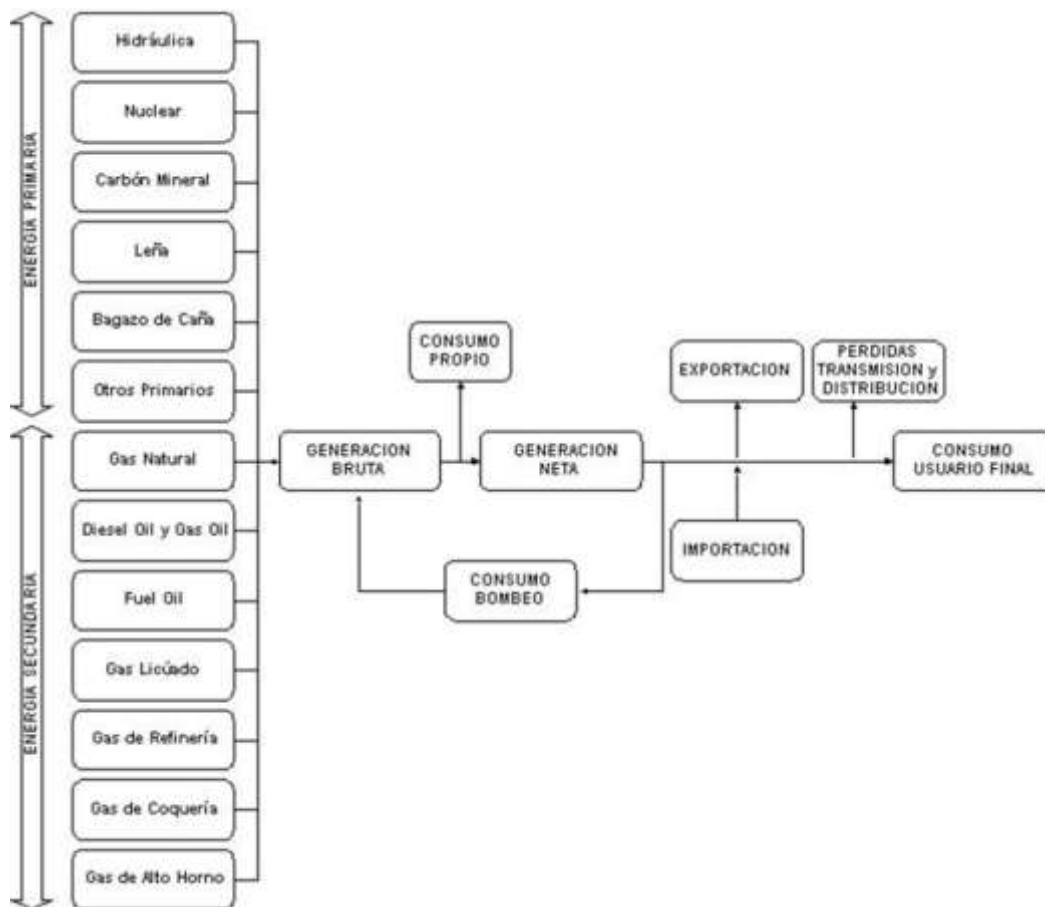


Imagen Nº 155. Generación de energía eléctrica: servicio público y autoproductores

Fuente: Secretaría de Energía de la Nación.

5) Se entiende por pérdidas, ajustes y no aprovechado:

- No aprovechado: es la cantidad de energía que, por razones técnicas y/o económicas, no está siendo utilizada (por ejemplo, gas aventado).
- Pérdidas: comprende la cantidad de energía perdida en las actividades de transporte, distribución y almacenamiento de los distintos productos energéticos, tanto primarios como secundarios.
- Pérdidas de transformación: son las pérdidas que ocurren en los Centros de Transformación y no pueden asignarse a una determinada fuente energética.

6) El consumo es la energía utilizada ya sea como uso propio del sector energético o en los distintos sectores socioeconómicos, tanto para uso energético como no energético.

- a) Consumo propio: es la energía utilizada por el sector energético para su funcionamiento en las etapas de producción, transformación, transporte, distribución y almacenamiento.
 - i) Consumo final: incluyen todos los flujos energéticos agrupados según los sectores socioeconómicos en que son consumidos, tanto para uso energético como no energético.
 - ii) Consumo final no energético: está definido por los consumidores que emplean fuentes energéticas como materia prima para la fabricación de bienes no energéticos. El Balance se refiere al sector Petroquímico y otros (por ejemplo

asfaltos, solventes etc.).

- iii) Consumo final energético: se refiere a la cantidad total de productos primarios y secundarios utilizados por todos los sectores de consumo para la satisfacción de sus necesidades energéticas. El Balance incluye los siguientes sectores: Residencial, Comercial y Público, Transporte, Agropecuario e Industrial.

Los sectores de consumo pueden definirse de la siguiente forma:

- Sector residencial: el consumo final de este sector es el correspondiente a los hogares urbanos y rurales del país.
- Sector comercial y público: abarca el consumo de todas las actividades comerciales y de servicio de carácter privado, los consumos energéticos del gobierno a todo nivel (nacional, provincial, municipal), instituciones y empresas de servicio público.
- Sector transporte: incluye los consumos de energía de todos los servicios de transporte dentro del territorio nacional, sean públicos o privados, para los distintos medios y modos de transporte de pasajeros y carga (carretero, ferrocarril, aéreo y fluvial-marítimo). El consumo de combustible para el transporte internacional, se lo contabiliza como bunker, por lo que no se lo incluye en este sector de consumo.
- Sector agropecuario: comprende los consumos de combustibles relacionados con toda la actividad agrícola y pecuaria.
- Sector industrial: comprende los consumos energéticos de toda la actividad industrial ya sea extractiva o manufacturera (pequeña, mediana y gran industria), y para todos los usos excepto el transporte de mercaderías que queda incluido en el sector transporte. Incluye los consumos energéticos del sector construcción.

4.8.2. El carbón en el mundo

Los combustibles fósiles en general, siguen siendo la base de la matriz energética mundial, no sólo general sino también sectorial en el rubro energía eléctrica (imagen 156). Al respecto el mayor consumo de carbón a nivel global se produce en China, seguido por India y los Estados Unidos (imagen 157).

En cuanto a la capacidad de las centrales eléctricas de carbón, se han duplicado desde el año 2000 hasta alcanzar los 2.045 gigavatios, con un marcado crecimiento de los gigantes asiáticos China e India.

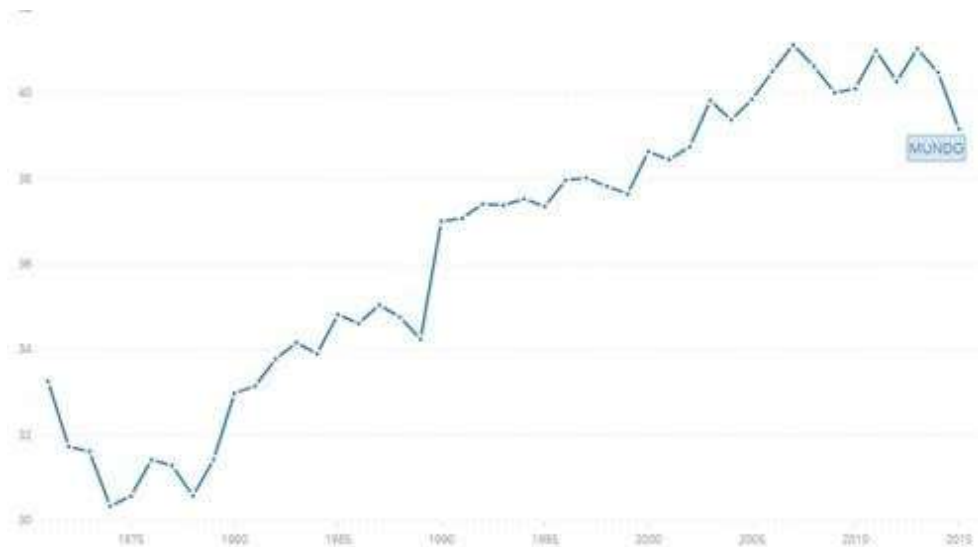


Imagen Nº 156. Evolución del consumo de carbón, 1975 - 2015

Fuente: El Orden Mundial – 2021.

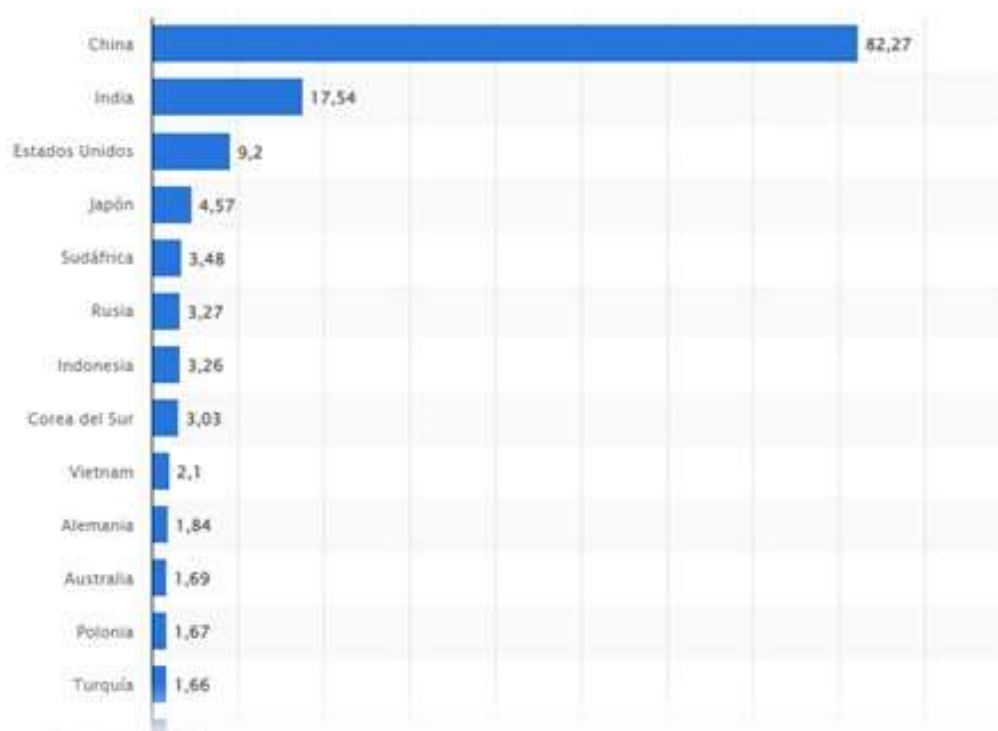


Imagen Nº 157. Consumo de carbón a nivel global

Fuente: El Orden Mundial – 2021.

A nivel global aproximadamente el 40% de la energía eléctrica se produce en base a carbón, con una mayor incidencia en los ya señalados gigantes asiáticos, con casi el 60%. Se destaca en el listado de países con gran incidencia del uso del carbón como energía primaria para la generación de energía eléctrica Australia, que es el mayor exportador de carbón del mundo, Sudáfrica y Polonia (imagen 158).

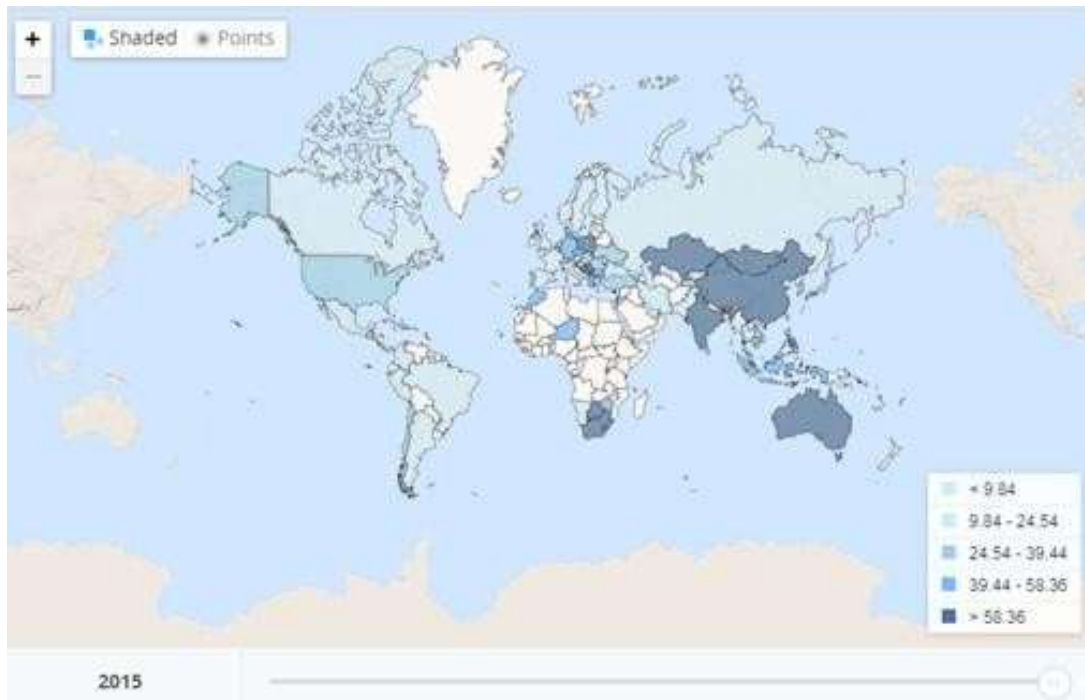


Imagen Nº 158. Uso del carbón para generación de energía eléctrica

Fuente: El Orden Mundial – 2021.

Según el Orden Mundial, China es el país con mayor capacidad de potencia instalada en centrales de generación a carbón con 956 GVA, seguido de EEUU con 317 y tercero India con 201 (imagen 159). Se observa cinco países asiáticos (China, India, Indonesia, Japón y Vietnam) concentran el 75% de la producción total de este tipo de energía y planean construir más de 600 centrales eléctricas de carbón en los próximos años.

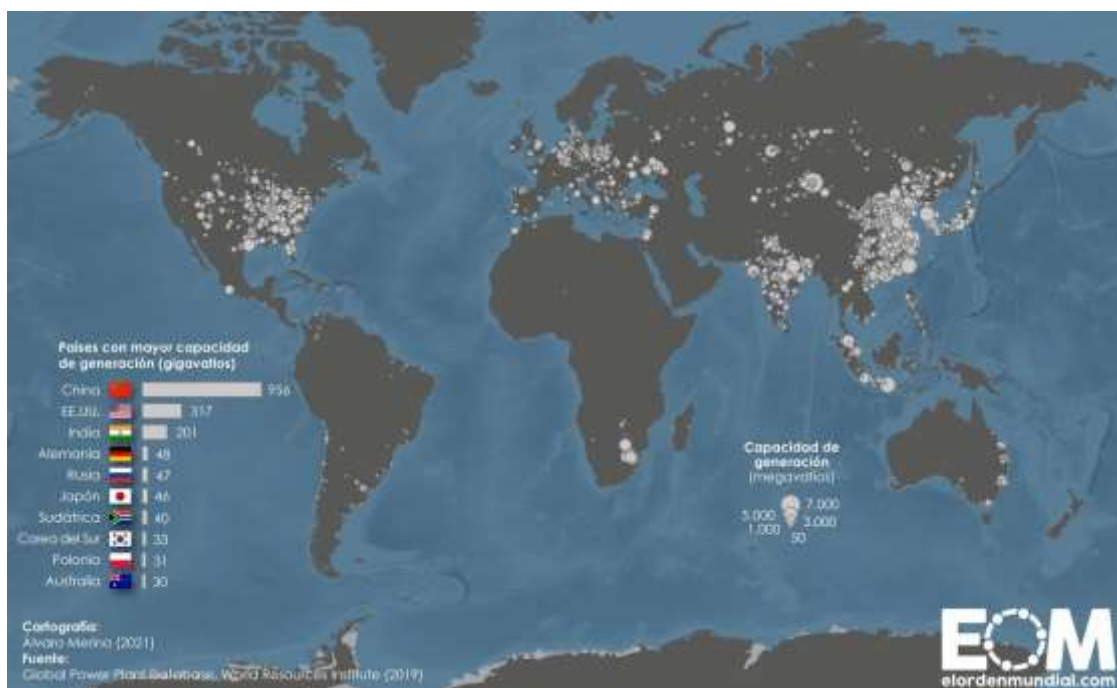


Imagen Nº 159. Uso del carbón para generación de energía eléctrica

Fuente: El Orden Mundial, 2021.

Como se señala en el apartado de estudios sociales, la crisis energética global desatada en el 2021 está cambiando el enfoque de los últimos años al respecto de la energía en general, y en consecuencia con el proyecto en particular. Como se ha indicado, la matriz energética mundial primaria sigue teniendo como base los combustibles fósiles, y algunos casos emblemáticos que son noticias destacadas en este momento lo certifican. En el Cap 9, sección 13 Anexo, Clipping de Prensa – 4.2 se realiza una breve descripción que muestra la situación que ocurre actualmente. Cabe aclarar que las consecuencias de la crisis energética no pueden ser evaluadas en profundidad en el presente ya que está en plena evolución.

4.8.3. El carbón en Argentina

En el país hay solo una mina de carbón, y es el energético primario de menor incidencia en la Matriz Energética Nacional, tanto para la Producción, como para la Oferta Interna.

En 1887 el Teniente de Navío Agustín del Castillo, a través de una investigación hidrográfica del Río Santa Cruz, descubre afloramientos carboníferos en la zona de lo que hoy se conoce como Cancha Carrera. En la década siguiente, el Geólogo Alcides Mercerat realiza exploraciones sobre el Río Santa Cruz, detectando grandes afloramientos de carbón mineral en sus márgenes hasta Río Turbio. En el año 1943 por Decreto PEN N° 12.648 se crea la Dirección Nacional de Energía, que a su vez dará origen a la Dirección General de Combustibles Sólidos Minerales, encargada de la apertura e inicios de explotación de la denominada Mina 1 en la zona sur de la provincia de Santa Cruz con una pequeña dotación de trabajadores situados en Campamento Marina (Actual Pista de Esquí de Río Turbio o “Centro Invernal Valdelén”). Luego, en 1949, se comienza la construcción de lo que hoy es la localidad de Río Turbio, para uso como vivienda de los trabajadores del yacimiento, se constituye la primera usina, talleres mecánicos, carpintería y herrería de YCF, como así también el montaje de las primeras líneas telefónicas. Poco después, el 24 de Mayo de 1951 se inaugura el primer ramal ferroviario Eva Perón. El 6 de agosto de 1958, mediante el Decreto PEN N° 3.686, se crea la empresa Yacimientos Carboníferos Fiscales, que sustituye a «Combustibles Sólidos Minerales».

A nivel producción total la explotación ha sido sumamente variable, con un pico de producción en el año 1977, con un total de 1.450.000 toneladas de carbón bruto y 750.000 toneladas de carbón depurado.

En promedio entre los años 1977 y 1980, se extrajeron un total de 3.500.000 de toneladas brutas de carbón mineral y se realizaron aperturas de nuevos frentes, así como también la tecnificación del yacimiento. A partir de la década del 80 la producción comenzó a caer, para ser privatizada en el año 1994 al Grupo Taselli, en lo que será una gestión sin resultados destacables. En el año 2002 por medio del Decreto PEN N° 1034/02 se anula la concesión al sector privado, se establece la intervención de la firma y se elaboran los planes para reinsertarla en la matriz energética nacional, mediante el establecimiento de la Central de Generación a Carbón, cuyos lineamientos generales de proyecto fueron cambiando, no sólo en términos ingenieriles, sino también de gestión.

A tal fin, la futura Central fue nuevamente privatizada al Consorcio Isolux-Corsan, volviendo a ser nuevamente reestatizada ante las deficiencias en su gestión, quedando la obra de la Central Térmica de Río Turbio junto con la explotación minera y el ramal y servicios FerroPortuarios a cargo de Yacimientos Carboníferos Río Turbio – YCRT – Decreto PEN 473/2020. El proyecto definitivo relanzado se encuentra finalmente en estado inminente de inicio de operación.

Durante las últimas dos décadas y hasta la entrada en servicio de la Central Térmica Río Turbio,

el carbón mineral, además de tener un pequeño consumo directamente como combustible primario en la industrial, es transformada Energía Eléctrica sólo en una central termoeléctrica y en un solo autoproducer, y en las Coquerías se transforma en Coque de Carbón, Gas de Coquería, y No Energético.

4.8.4. Sector eléctrico

A nivel nacional, el sector eléctrico viene, a nivel macroeconómico y en los dos últimos años, sufriendo las consecuencias de la pandemia COVID 19.

Así en el año 2020, como se observa en la imagen 160, la demanda de energía eléctrica presentó una caída frente al 2019 de alrededor del -1.3%. La caída se inicia luego de decretarse aislamiento social preventivo y obligatorio (ASPO) desde el 20 de marzo y a lo largo de todo el año. En términos generales la demanda Residencial creció mientras que la demanda de tipo Comercial y la Gran Demanda industrial decreció. La Demanda Residencial, que representa más del 47% de la demanda total del país, presentó un crecimiento de aprox. +8.1%, pese a que, en los meses de invierno, el crecimiento se ubicó por sobre el 14%. En tanto, los consumos intermedios (comercio/industria chica) y la Gran Demanda (grandes usuarios industriales y comerciales) presentaron caídas de -5.2% y -11.5% respectivamente. La gran demanda presentó una caída promedio del -24% para los meses de abril y mayo. A medida que se fueron flexibilizando actividades, se observó un aumento de la Gran Demanda, alcanzando en diciembre prácticamente la misma demanda que el año anterior.

Cuadro Nº 108. Demanda de energía, 2019-2020

	Unidades	ENE – DIC 2019	ENE – DIC 2020	% VAR	% Part. Demanda 2020
DEMANDA TOTAL	GWh	128.946	127.306	-1,3%	100%
Residencial	GWh	55.531	60.001	8,1%	47%
Comercial	GWh	37.026	35.098	-5,2%	28%
Gran Demanda	GWh	36.390	32.207	-11,5%	25%
POTENCIA MAX	MW	26.113	25.791	-1,2%	

Fuente: CAMMESA.

Según se puede notar en la imagen 160, y en el año 2020, la demanda total de energía fue de 127.306 MVA con la ya señalada disminución del 1,3% respecto del año 2019, representada fundamentalmente por la caída de la Gran Demanda – Grandes Usuarios y en menor medida del sector comercial.

Por el lado del Carbón Mineral, el consumo se duplicó viéndose incrementado en alrededor de 250 mil toneladas, de las cuales aproximadamente 100 mil Ton de CM se encuentran asociadas a operaciones de exportación.

Desde una perspectiva histórica, y como es previsible y ampliamente sabido, se observa que el crecimiento de la demanda de energía ha sido constante (cuadro 109 e imagen 160), pasando por ejemplo desde el año 1992 que fue de 49715 GWh, creciente y pese a la crisis del 2001 en el año 2005 fue de 92.387 GWh anuales, hasta alcanzar el pico en el año 2015 de 133.111 GWh anuales, por lo que es de esperar que su crecimiento retome en cuanto finalicen los efectos de

la Pandemia COVID 19.

Cuadro N° 109. Demanda de energía en GWh, 2005 – 2020

Por tipo Usuario – Anual 2015 a 2020

Demanda GWh	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Residenciales	31 352	33 373	37 339	39 114	40 122	42 881	44 879	47 722	50 381	51 444	55 424	57 004	55 907	57 017	55 531	60 001
Consumos intermedios	26 781	28 415	30 050	31 387	32 361	33 755	35 655	37 696	36 453	35 995	37 351	38 985	38 367	38 229	37 026	35 098
Gran Demanda	34 075	35 805	35 571	35 434	32 122	34 139	35 973	35 774	38 386	39 028	39 334	37 122	38 256	37 764	36 390	32 207
Total	92 387	97 593	102 960	105 935	104 605	110 775	116 507	121 192	125 220	126 467	132 110	133 111	132 530	133 010	128 946	127 306

Fuente: CAMMESA.

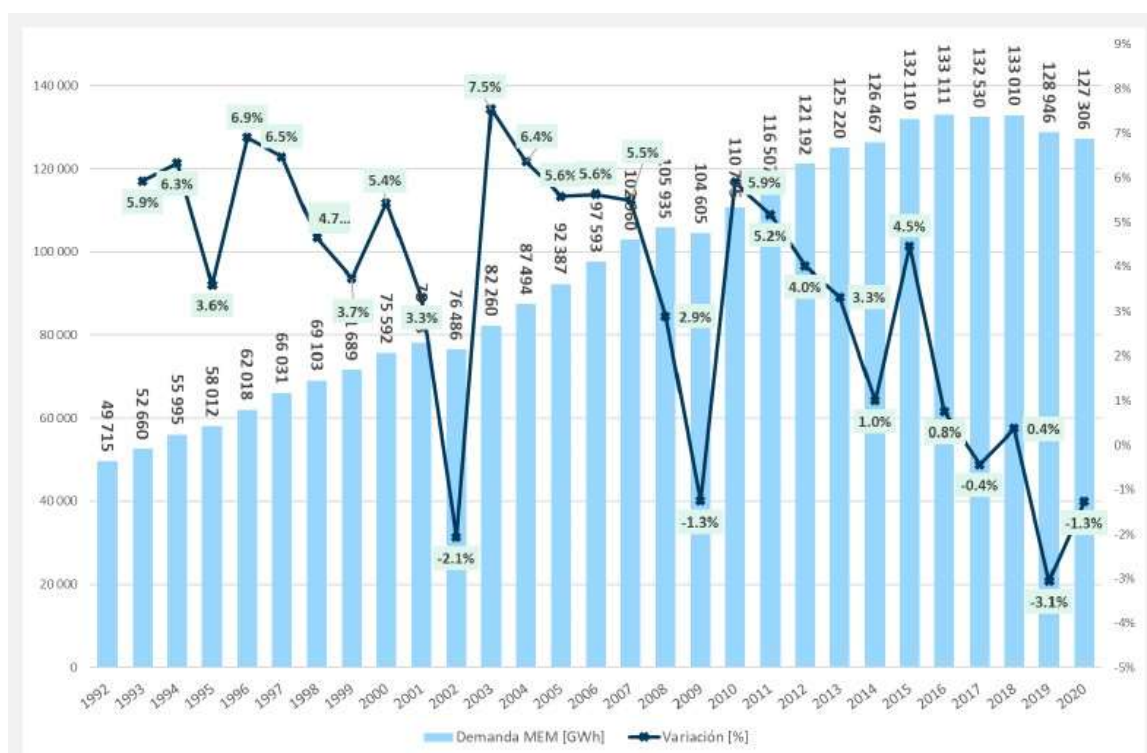


Imagen N° 160. Demanda de energía Anual Neta y variación interanual, 1992-2020

Fuente: CAMMESA.

A nivel regional, la Región Eléctrica con mayor demanda es como ha sido históricamente y es previsible la Región GBA con el 38% de la demanda total, siendo la menor de todas la Patagónica con el 4,1%, con la salvedad que en términos de regiones eléctricas las Provincias de Río Negro y Neuquén integran la Región Eléctrica Comahue (cuadro 110, imagen 161 y 162).

Cuadro Nº 110. Valores y participación de la demanda de energía por Región, 2020

REG	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL	PART. %
BAS	1.294	1.198	1.196	1.007	1.138	1.211	1.345	1.266	1.213	1.178	1.174	1.255	14.474	11,4%
CEN	1.051	903	940	731	839	967	1.091	930	873	872	900	988	11.086	8,7%
COM	450	415	433	355	386	406	426	405	376	382	372	413	4.817	3,8%
CUY	816	678	733	527	577	631	694	655	598	628	643	768	7.948	6,2%
GBA	4.315	4.001	4.027	3.124	3.796	4.450	5.184	4.354	3.971	3.627	3.506	4.030	48.386	38,0%
LIT	1.471	1.360	1.391	1.005	1.163	1.277	1.419	1.256	1.170	1.198	1.277	1.357	15.345	12,1%
NEA	1.043	928	980	648	624	661	709	666	680	834	845	987	9.605	7,5%
NOA	1.063	903	966	679	720	791	895	789	762	873	935	1.057	10.433	8,2%
PAT	489	458	478	462	373	388	419	408	402	424	435	475	5.213	4,1%
TOT	11.994	10.843	11.144	8.537	9.617	10.782	12.184	10.728	10.045	10.014	10.088	11.300	127.306	100,0%

Fuente: CAMMESA

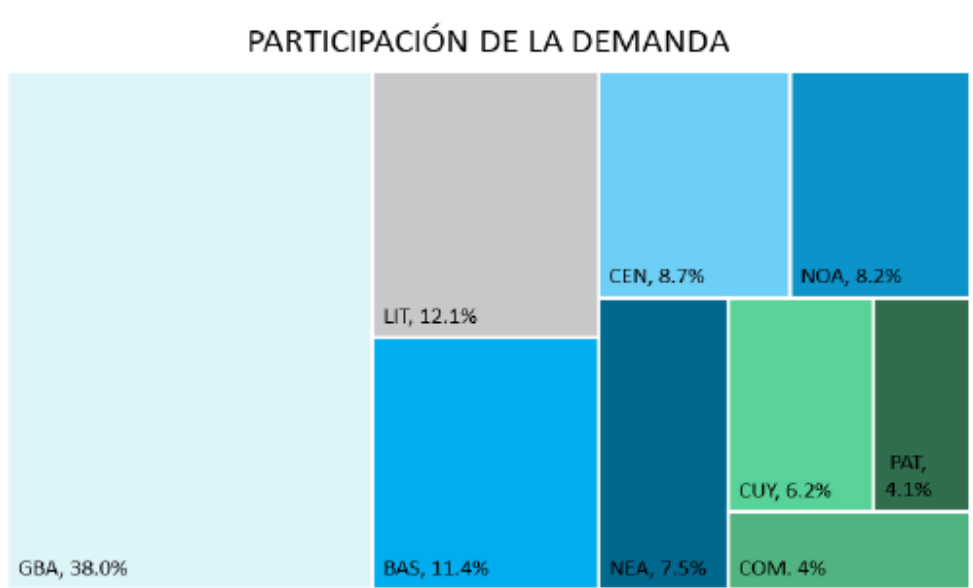


Imagen Nº 161. Valores y participación de la demanda de energía por Región, 2020

Nota: GBA la demanda eléctrica representó el 38% de la demanda total, para una población de aproximadamente un 30% y un territorio apenas un 0,5% del total del país.

Fuente: CAMMESA.

	Unidades	ENE DIC 2020	– % PARTICIPACIÓN
DEMANDA TOTAL	GWh	127.306	100,0%
GRAN BS. AS.	GWh	48.386	38,0%
LITORAL	GWh	15.345	12,1%
BUENOSAIRES	GWh	14.474	11,4%
CENTRO	GWh	11.086	8,7%
NOROESTE	GWh	10.433	8,2%
NORESTE	GWh	9.605	7,5%
CUYO	GWh	7.948	6,2%
PATAGÓNICA	GWh	5.213	4,1%
COMAHUE	GWh	4.817	3,8%

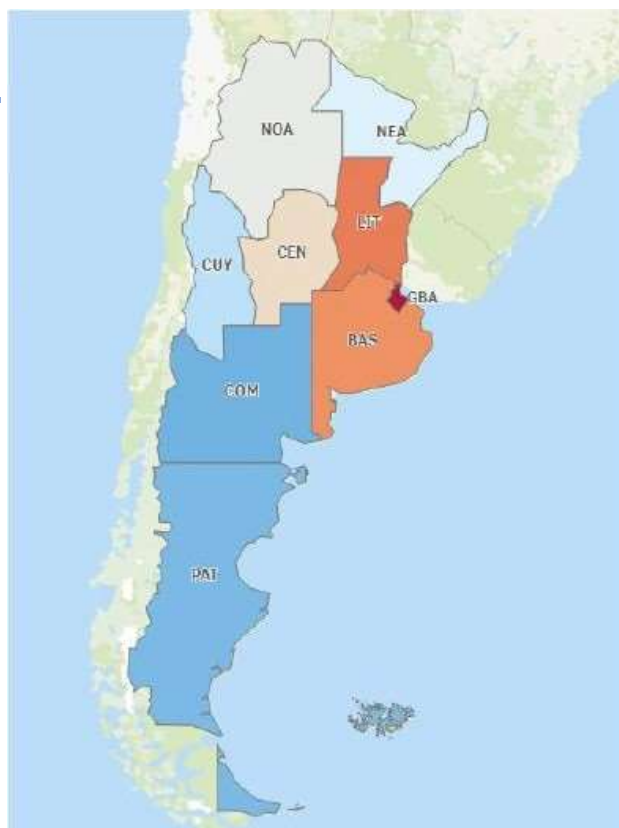


Imagen Nº 162. Mapa y valores en GWh de la demanda de energía por Región, 2020
Fuente: CAMMESA.

Respecto de la Potencia Instalada, aumentó pese a la caída de la demanda por tratarse de planes de largo plazo cuya materialización, no depende estrictamente de las variaciones interanuales o estacionales. Efectivamente la potencia instalada subió a lo largo del 2020 en 2237 MW alcanzando un valor de 41951 MW (cuadro 111).

Cuadro Nº 111. Variación de la potencia instalada en 2019 vs 2020

	Unidad	ENE – DIC 2019	ENE – DIC 2020	% VAR	% Participación 2020	VARIACIÓN DE POTENCIA		
						ALTAS/ INCREMENTO	BAJAS/ DISMINUCIÓN	VARIACIÓN TOTAL
POTENCIA INSTALADA	MW	39.719	41.951	5,6%	100,0%	2.403	-171	2.231
Térmica	MW	24.560	25.362	3,3%	60,5%	973	-171	802
Hidráulica	MW	10.812	10.834	0,2%	25,8%	22	0	0
Nuclear	MW	1.755	1.755	0,0%	4,2%	0	0	0
Renovables(*)	MW	2.591	4.00	54,3%	9,5%	1.408	0	1.408

Nota: (*) renovable: eólico, solar, biomasa, biogas e hidro renovable.
Fuente: CAMMESA.

Se observa que, en la matriz energética nacional, la principal generación sigue siendo el parque

térmico convencional, con una participación de aproximadamente el 60% del total, seguida de la hidráulica con aproximadamente el 26%, un 4% corresponde a la nuclear y el 9,5 % a renovables, con la salvedad que en energías renovables se incluyen los pequeños aprovechamientos hidroeléctricos.

En cuanto a la distribución por regiones (cuadro 112), la principal potencia instalada en generación se encuentra en las Regiones Eléctricas GBA – Buenos Aires y Litoral seguida del Comhaue por la gran incidencia de las Centrales Hidroeléctricas de los ríos de las Cuencas del Colorado y Negro, así como las del Pacífico.

Cuadro Nº 112. Potencia instalada por Tipo / por Región

Región		TV	TG	CC	DI	Térmica	Hidráulica	Nuclear	Renovables	TOTAL
CUY	MW	120	114	386	40	659	957	-	389	1.761
COM	MW	0	501	1.490	81	2.072	4.725	-	297	6.773
NOA	GWh	261	725	1.945	363	3.293	101	-	775	3.057
CEN	GWh	0	626	789	51	1.466	802	648	321	3.075
GBA-LIT-BAS	GWh	3.870	4.035	8.210	821	16.936	945	1.107	1.161	16.981
NEA	GWh	0	12	0	305	317	2.745	-	51	3.081
PAT	GWh	0	286	301	33	620	560	-	1.006	1.222
Total	GWh	4.251	6.298	13.120	1.693	25.362	10.834	1.755	4.00	41.951
% Térmicos		17%	25%	52%	7%	100%				
% TOTAL						60%	26%	4%	10%	100%

Potencia Instalada TOTAL	41.951 MW

Fuente: CAMMESA.

A nivel generación, la incidencia por tipo es más o menos análoga a la potencia instalada, con base en el parque térmico con una cifra algo mayor al 61% (cuadro 113).

Cuadro Nº 113. Generación de energía por Tipo, 2020

Principales Variables MEM	Unidades	ENE – DIC 2019	ENE – DIC 2020	% VAR
OFERTA TOTAL [GWh]	GWh	133.992	135.381	1,0%
Térmica	GWh	80.137	82.336	2,7%
Hidráulica	GWh	35.370	29.093	-17,7%
Nuclear	GWh	7.927	10.011	26,3%
Renovable (*)	GWh	7.812	12.737	63,1%
Importación	GWh	2.746	1.204	-56,2%

Generación de Energía – año 2020

(GWh)	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL	PART. %
Térmica	7.660	6.981	7.664	5.510	6.046	6.574	6.967	6.347	5.878	6.510	7.765	8.434	82.336	60,8%
Hidráulica	3.024	2.524	2.203	1.666	2.093	2.692	3.547	2.550	2.417	2.221	1.980	2.177	29.093	21,5%
Nuclear	791	805	928	975	1.014	927	737	891	880	691	678	694	10.011	7,4%
Renovables (*)	958	898	913	838	927	916	955	1.180	1.169	1.273	1.267	1.443	12.737	9,4%
Importación	27	38	26	92	85	114	476	151	78	52	24	42	1.204	0,9%
Total Oferta	12.459	11.246	11.733	9.081	10.165	11.222	12.681	11.119	10.423	10.747	11.714	12.790	135.381	100,0%

Nota: (*) renovable: eólico, solar, biomasa, biogas e hidro renovable.

Fuente: CAMMESA.

A nivel comercial se destaca la reducción de la importación de energía, producto de la recesión general. En la imagen 163 y cuadro 114 se puede observar el total de la importación y exportación en los países vecinos de la región.

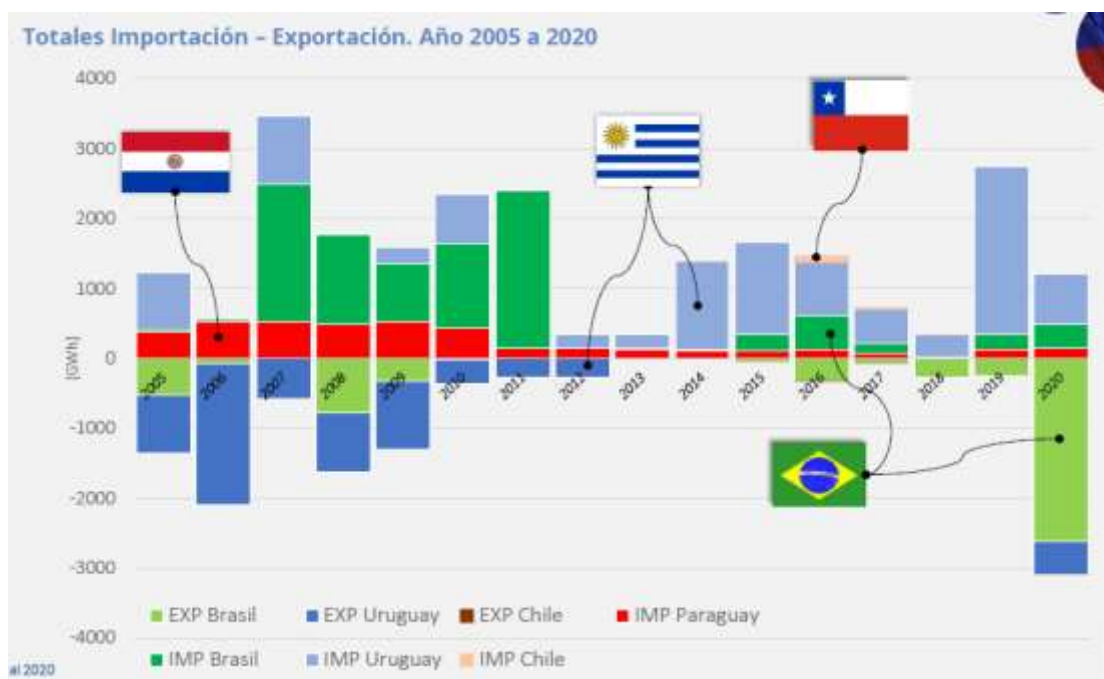


Imagen Nº 163. Evolución intercambios con países vecinos, 2005 - 2020

Fuente: CAMMESA.

Cuadro Nº 114. Valores en GWh de intercambios con países vecinos, 2020

	GWh	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL
Importación	Brasil	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	237,6	79,6	31,9	0,0	0,0	0,0	349,2
	Paraguay	12,8	11,4	11,4	11,0	11,9	12,2	13,0	12,5	13,3	11,9	11,3	12,8	145,4
	Uruguay	14,0	26,2	14,8	80,8	73,4	101,3	225,2	58,8	32,7	40,1	12,4	29,3	709,1
	Chile	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
	TOTAL	26,8	37,7	26,2	91,8	85,3	113,5	475,8	150,9	77,9	52,0	23,7	42,1	1.203,6

	GWh	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL
Exportación	Brasil	0,0	0,1	73,1	0,0	15,7	0,0	0,0	0,0	45,0	354,3	1.173,4	955,9	2.617,5
	Paraguay	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
	Uruguay	12,5	29,9	99,5	166,6	99,2	2,0	0,0	0,0	0,0	3,2	29,4	28,4	470,7
	Chile	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,4	0,1	0,0	0,0	0,0	0,7
	TOTAL	12,5	30,0	172,7	166,6	114,9	2,2	0,0	0,4	45,1	357,5	1.202,9	984,3	3.088,9

Fuente: CAMMESA.

Pese a esa reducción, el balance comercial energético argentino sigue siendo deficitario, pudiendo la Central Térmica Río Turbio colaborar con su reducción, mediante exportación potencial de energía directa a Chile e indirectamente mediante su aporte al Sistema Argentino de Interconexión – SADI.

4.8.5. CTRT: un proyecto estratégico

La Central Térmica a carbón Río Turbio (CTRT) es, ante todo, un proyecto estratégico tanto a escala nacional, como regional y local, con todas las consecuencias que ello implica. Es decir, la diferencia entre su realización o no realización tiene enormes implicancias en los factores económicos y sociales, y en una amplitud territorial no solo provincial, sino también regional e incluso en todo el país.

A nivel nacional la CTRT contribuirá con sus 240 MW utilizados como base en el Sistema Argentino de Interconexión – SADI un importante aporte a la generación eléctrica a escala nacional.

A nivel regional, la generación de la CTRT completa las obras para poner en servicio efectivo la totalidad de la extensión del Sistema Argentino de Interconexión – SADI en todo el territorio nacional. Efectivamente hasta hace un par de décadas, el país seguía teniendo a parte de la Patagonia Argentina separada eléctricamente del resto de su territorio, de modo que estaba dividido en Mercado Eléctrico Mayorista – MEM que abarcaba casi todo el país y el Sistema Patagónico – SP separado del resto. Los gobiernos nacionales, por medio de diversas obras extendieron el Sistema Argentino de Interconexión – SADI, incorporando en el año 2008 la Línea en Extra Alta Tensión LEAT 500 KV Puerto Madryn – Pico Truncado, y posteriormente en la década siguiente se concretaron la Línea en Extra Alta Tensión – LEAT 500 KV Pico Truncado /ET Santa Cruz Norte – Esperanza, Resolución ENRE 17/2010 y ya más recientemente, la Línea en Extra Alta Tensión 220 KV Esperanza – Río Turbio y demás extensiones. Así la Compañía Administradora del Mercado Eléctrico Mayorista – CAMMESA emitió un comunicado el 18 de febrero del 2014 informando que, el día 12 de febrero anterior, con la entrada en servicio de la ET Calafate se había finalmente “logrado integrar el extremo sur de la provincia de Santa Cruz al Sistema Argentino de Interconexión (SADI)”. El Sistema Patagónico – SP que separaba parte del territorio nacional del resto del MEM había dejado de existir.

En los años subsiguientes la Región Patagónica tuvo un incremento importante de la capacidad de generación a partir de fuentes renovables en general, y la Provincia de Santa Cruz específicamente con los parques eólicos – Parque Eólico Bicentenario, el Parque Eólico Cañadón León de YPF Luz, y el Parque Eólico Vientos los Hércules en Pico Truncado.

Cabe resaltar que el señalado comunicado de CAMMESA, informaba que la LEAT 220 KV Esperanza-Río Turbio de 142 km aún no se encontraba en operación, precisamente en espera de la entrada en servicio de la Central Térmica Río Turbio - CTRT. También vale aclarar que actualmente figuran dentro del Parque de Generación la CTRT con sus TV1 y TV2 de 120MVA cada uno, y la LEAT 220 KV Río Turbio – Esperanza a cargo de la Transportista Independiente – TI Transportel Patagónica SA. O sea que en la realidad, la infraestructura del Sistema de Transporte cubre todo el país, pero el energético NO, dado que el último tramo de hecho no está en servicio, de modo que la inauguración de la CTRT será un día histórico para la República Argentina, pues será el momento a partir del cual el SADI integrará finalmente y de manera real, la totalidad de su territorio continental. Al respecto en la imagen 164 se observa el Diagrama Unifilar del Sistema Patagónico a diciembre de 2021.

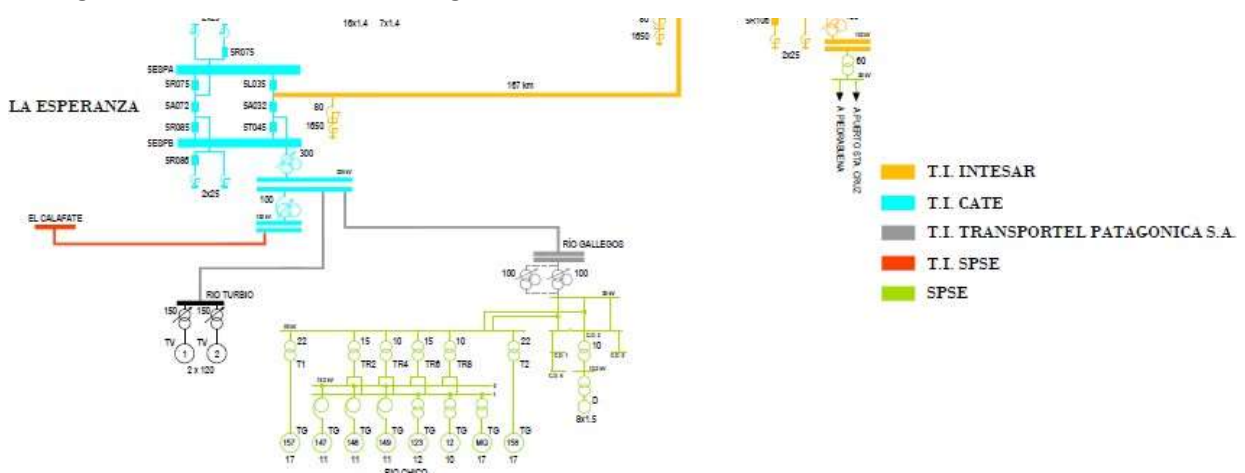


Imagen Nº 164. Diagrama unifilar del Sistema Patagónico, diciembre 2021

Fuente: CAMMESA.

Otro aspecto de gran relevancia, es la necesidad del país a nivel macroeconómico, de recuperar su superávit en la balanza comercial energética. Efectivamente, como se observa en

la imagen 165, durante los años 2003 – 2009 la República Argentina tuvo una balanza comercial sectorial energética superavitaria, con valores que oscilaron entre los 4.000 a 6.000 millones de dólares estadounidenses anuales. En el año 2010 ese superávit se redujo a 1.800 millones para convertirse en crónicamente deficitario en los años subsiguientes, con un máximo en el año 2013, en una cifra negativa de casi 7.000 millones de dólares estadounidenses y que, acumulado a lo largo de los años, ha tenido una gran incidencia en los problemas del sector externo Argentino, circunstancia ampliamente señalada durante todo éste período por la prensa especializada tanto del sector energético y económico en especial como la de información general.

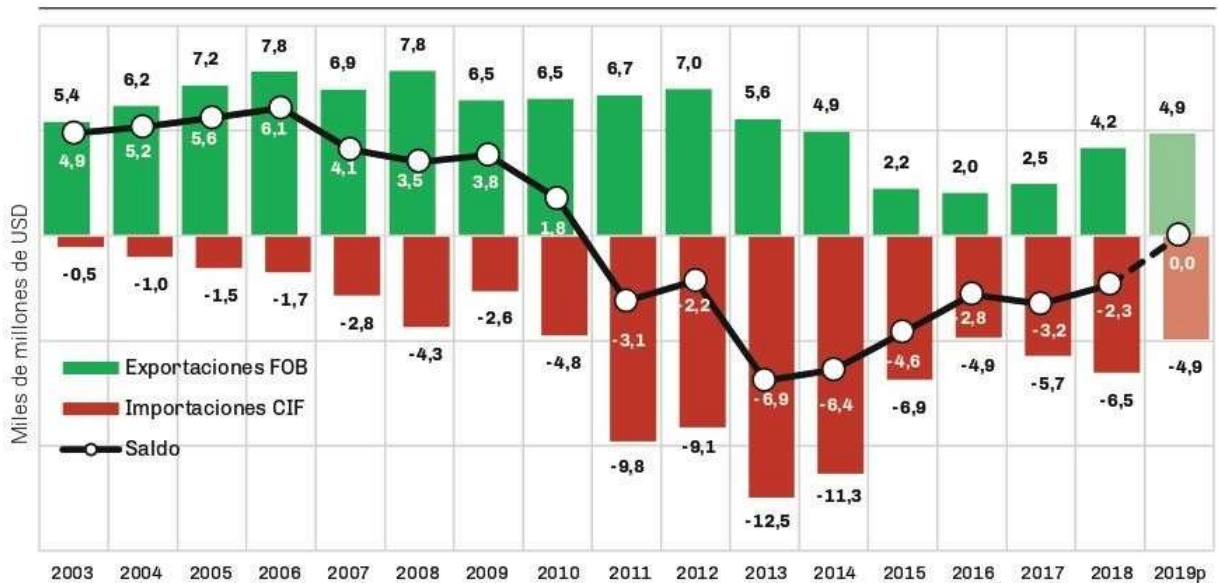


Imagen Nº 165. Balance comercial energética 2002 - 2019

Fuente: SSPE – Secretaría de Gobierno de Energía, sobre la base de Intercambio Comercial Argentino (ICA) – INDEC.

A nivel provincial, la potencia de generación instalada sumada a los otros proyectos de generación hidroeléctrica ya contemplados en Condor Cliff y la Barrancosa sobre el Río Santa Cruz, no solo le asegurarán a la Provincia de Santa Cruz su desarrollo futuro sino que la convertirán en excedentaria en generación de energía eléctrica, permitiendo a otras instalaciones ubicadas al norte transportar excedentes a los principales centros de consumo energético del país. Como indicativo, en el cuadro 115, Santa Cruz tuvo un déficit de aproximadamente la mitad de su consumo total de energía eléctrica.

Cuadro Nº 115. Balance energético de la Provincia de Santa Cruz del año 2015
Provincia de Santa Cruz (2015)

UNIDADES: miles de TEP	PRODUCCIÓN	INTERCAMBIOS PROVINCIALES	PÉRDIDAS	OFERTA INTERNA		CONSUMO FINAL			
FORMAS DE ENERGÍA				CENTRALES ELÉCTRICAS	AUTOGENERADOR	RESIDENCIAL	COMERCIAL	INDUSTRIA	TOTAL
Energía Eléctrica	148	110	-34	18	130	22	20	182	224

Fuente: Secretaría de Energía de la Nación.

Efectivamente en el cuadro 115 se observa que:

- Las Unidades están en Toneladas Equivalentes de Petróleo, no en GW/h, por ser la metodología que utiliza la Secretaría de Energía de la Nación, que por otra parte es la habitual, a fin de poder comparar los diversos tipos de las ofertas y demandas de energía primaria y secundaria, así como sus procesos de transformación.
- El consumo total de energía eléctrica fue de 224 mTEP, pero la producción fue de sólo 148.
- El grueso de la oferta interna provincial es de los autogeneradores, con 130 mTEP de un total de 148, consecuencia del estado de aislamiento histórico del sector eléctrico provincial.
- Las pérdidas del sistema, que alcanzan más de un 15% están influenciados por la forma en cruz del sistema de transporte, y los procesos de transformación en las tensiones de 500-220 y 135 KV.

A nivel zonal y local, la generación de energía incorporará valor agregado, a la que, al presente, estuvo limitado a la producción primaria de minerales con mínimo a nulo valor añadido, con todas las consecuencias que ello implica a nivel empresarial para YCRT, a nivel social en la generación de empleo directo en el sector e indirecto más el consiguiente poder multiplicador en las localidades cercanas y la zona.

A nivel empresarial, y en lo que respecta a YCRT, con un valor superior al millón de toneladas anuales, deberá incrementar la extracción de carbón a niveles incluso por encima de sus máximos históricos y de manera ininterrumpida durante décadas. La propia YCRT en su sitio web señala que: *“1977-1980 – Record de Producción: En el transcurso de estos cuatro años es cuando YCF tuvo su actividad más prometedora en toda su historia, con un grupo de técnicos e ingenieros especializados, se logró en el año 1977 el récord de producción por un total de 1.450.000 toneladas de carbón bruto y 750.000 toneladas de carbón depurado. Promediando, entre el año 1977 y 1980, se extrajeron un total de 3.500.000 de toneladas brutas de carbón mineral y se realizaron aperturas de nuevos frentes, como así también de la tecnificación del yacimiento”*.

4.8.6. Fuentes primarias

Haciendo una proyección histórica, en el cuadro 116 se aprecian, desde 1943 hasta 1981, las producciones brutas y depuradas del carbón de Río Turbio, así como el tonelaje de mineral transportado por ferrocarril desde el yacimiento hasta el puerto de Río Gallegos, y los consumos internos.

Cuadro Nº 116. Producción de carbón de Río Turbio (en toneladas)

Año	PRODUCCIÓN		Transporte Ferroviario	Transporte marítimo	Ventas	Consumo Interno
	Bruta	Depurada comerciable				
1943/46	9.874					
1947	11.267					
1948	15.177				8.146	
1949	15.886				9.771	
1950	23.956				11.657	
1951	36.645	1.626	10.879		19.229	
1952	108.926	30.355	44.653		41.205	
1953	80.516	37.349	47.039	3.858	37.928	
1954	92.523	32.634	69.550	31.936	68.982	
1955	132.217	75.177	63.649	25.840	52.350	15.675
1956	149.024	96.517	70.071	43.457	71.489	18.996
1957	203.238	122.733	90.941	46.880	79.273	34.325
1958	259.367	136.416	119.082	79.070	112.728	35.370
1959	297.222	184.158	129.249	84.670	109.279	50.094
1960	265.464	175.101	127.448	92.063	128.153	44.227
1961	340.003	235.553	195.894	156.588	184.332	42.488
1962	285.727	210.991	137.469	96.953	128.217	40.360
1963	250.393	205.067	129.617	94.284	131.421	45.815
1964	423.898	322.007	290.816	246.878	275.441	47.218
1965	540.597	373.990 (1)	256.290	192.902	242.034	48.203
1966	604.396	356.603 (2)	275.381	192.047	236.136	59.973
1967	686.548	411.465 (3)	353.940	299.942	353.776	64.189
1968	804.408	472.135	375.287	303.263	355.654	66.940
1969	942.460	521.620	475.060	417.142	470.484	74.045
1970	1.038.178	615.541	539.599	430.902	484.035	77.403
1971	1.082.064	631.757	547.754	477.547	539.615	84.361
1972	1.184.265	675.387	586.806	534.856	594.290	100.136
1973	879.725	450.619	364.415	289.994	269.551	93.809
1974	1.171.204	625.647	523.625	437.462	470.575	99.372

1975	903.874	502.158	421.049	350.000	449.909	54.235
1976	1.163.422	614.585	510.175	463.921	553.125	48.413
1977	1.298.374	533.312	395.831	225.450	253.881	116.928
1978	927.452	434.141	357.174	418.138	440.278	107.525
1979	1.399.778	726.939	591.913	464.713	486.578	109.121
1980	963.315	389.295	303.320	287.632	308.436	114.022
1981	1.126.984	497.546	389.286	379.241	397.871	114.620

Nota: (1) (2) (3) incluye carbón de segunda calidad (no comerciable). 85.876 t, 26.182 t y 6.678 t respectivamente.

Fuente: YCRT, 2015a.

Los principales consumidores hasta ese momento (1980) eran las usinas termoeléctricas de Agua y Energía en San Nicolás, Provincia de Buenos Aires y SEGBA en Buenos Aires, con una demanda de aproximadamente el 80% del total. En segundo término, se ubicaba la industria siderúrgica (SOMISA que lo integraba en un 15% en mezcla con carbono coquizante importado), y el resto del consumo se producía en otros usos varios al menudeo. A partir del año 1981 la producción de carbón, con diversos altibajos, fue declinando o se mantuvo en bajos niveles, incluso durante el período en que el yacimiento estuvo privatizado, correspondiente a los años 1994 y 2002.

En el cuadro 117 se observa la evolución histórica de Producción Bruta de Carbón del Yacimiento de Río Turbio desde para un período mayor, entre 1943 hasta 2021.

Cuadro N° 117. Producción bruta del carbón de Río Turbio en toneladas (1943 – 2021)

Año	Producción Bruta (t)	Año	Producción Bruta (t)	Año	Producción Bruta (t)
1943/46	9.874	1971	1.082.064	1996	566.619
1947	11.264	1972	1.184.265	1997	545.556
1948	15.177	1973	879.725	1998	617.052
1949	15.886	1974	1.171.204	1999	557.812
1950	23.946	1975	903.874	2000	516.645
1951	36.645	1976	1.163.422	2001	294.358
1952	108.926	1977	1.298.374	2002	234.239
1953	80.516	1978	927.452	2003	184.935
1954	92.523	1979	1.399.778	2004	197.823
1955	132.217	1980	963.325	2005	312.494
1956	149.024	1981	1.127.666	2006	329.407
1957	203.238	1982	1.099.919	2007	249.723
1958	259.367	1983	1.112.743	2008	195.592
1959	297.922	1984	1.109.260	2009	166.473
1960	265.367	1985	905.261	2010	111.821
1961	340.003	1986	704.571	2011	226.896
1962	285.727	1987	687.239	2012	263.030

1963	250.393	1988	936.632	2013	190.000
1964	423.898	1989	958.041	2014	27.840
1965	540.597	1990	547.835	2015	57.762
1966	604.396	1991	603.227	2016	34.894
1967	686.548	1992	425.699	2017	46.898
1968	804.408	1993	335.034	2018	82.032
1969	942.460	1994	674.472	2019	98.843
1970	1.038.137	1995	520.816	2020	35.734
				2021	43.872
TOTAL					36.513.545

Fuente: elaboración propia en base a información de YCRT.

Respecto de las posibilidades futuras, los trabajos de exploración realizados en 1980, consistentes en relevamientos topográficos y geológicos en escalas diversas, apertura de socavones y ejecución de destapes a lo largo de las líneas de afloramientos y perforaciones con equipos rotativos, permitieron determinar el siguiente cuadro de reservas. Las reservas están identificadas por mantos, según el siguiente cuadro e imagen.

Cuadro N° 118. Cuadro de reservas en millones de toneladas

Manto	Reserva (mill. t)	%
Dorotea	289	50
"A"	114	20
"B"	12	2
Superior	99	17
Inferior	66	11
TOTALES	580	100

Fuente: elaboración propia en base a información de YCRT.

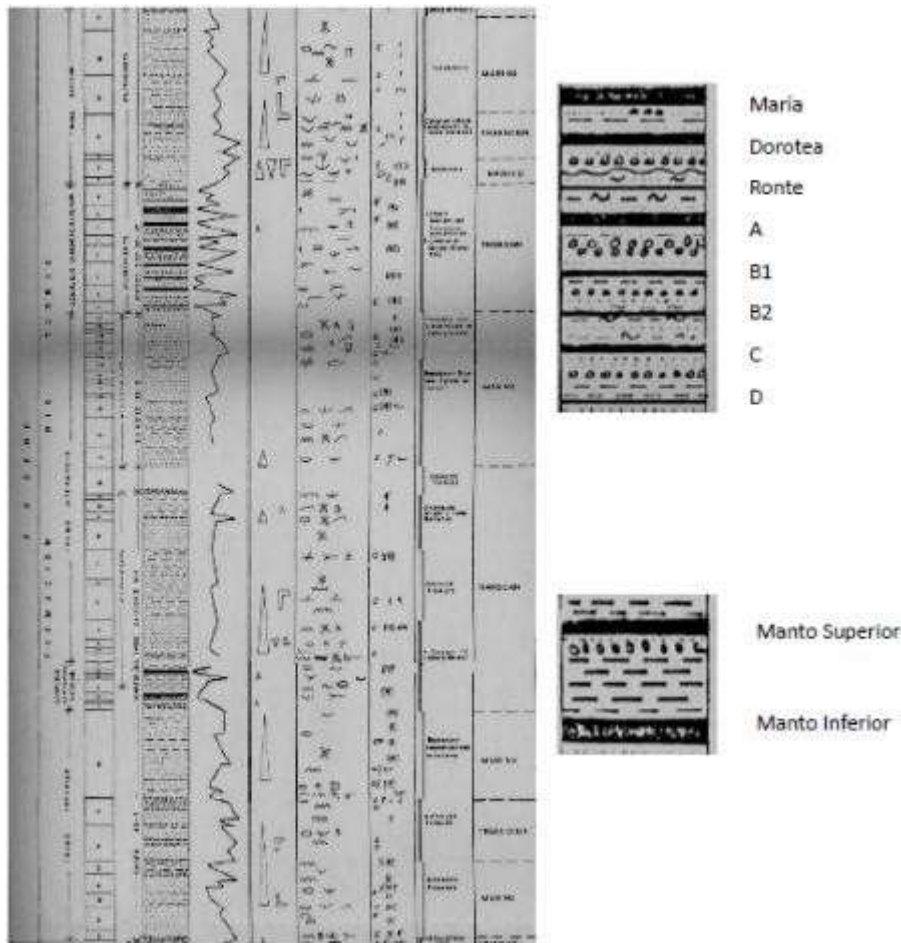


Imagen Nº 166. Reservas identificadas por mantos

Fuente: Elaboración propia en base a información de YCRT.

La Empresa Nacional Española Adaro de Investigaciones Mineras, S.A. –ENADISMA. Tecnoproyectos S.A. Consultora, entre 1982 –y 1987 realizaron un Plan de Exploración y establecieron las reservas Originales, sin tener en cuenta la cantidad de carbón ya extraído durante la etapa de explotación y estableciendo tres grados de certeza en cuanto a su cuantificación, reservas medidas, indicadas e inferidas.

Tal como se evidencia en el cuadro 119 e imagen 166, los resultados arrojaron un total de setecientos cincuenta y dos millones trescientos seis mil setecientos noventa y seis (752.306.796) toneladas totales de carbón. Respecto de la mina 5 se dispone de una estimación de las reservas según el plano indicado *in fine* (imagen 168). Con independencia de que, la cuantificación de las reservas está sujeta a las indeterminaciones propias de cualquier estudio de prospección geológica con fines mineros, las cantidades son ampliamente suficientes como para asegurar el funcionamiento de la Central Térmica en un plazo computable en vidas humanas.

Cuadro N° 119. Reservas originales YCRT

COMPLEJO	MANTOS	MEDIDOS (provadas)	INDICADO (probables)	INFERIDO (posible)	TOTALES (t)
Carbonoso Superior	DOROTEA	304.859.282	85.170.557	25.732.827	415.762.66
	A	136.319.513	21.934.346	1.271.570	159.525.429
	B	12.523.309	**	**	12.523.309
Carbonoso Inferior	Superior	13.175.021	58.319.482	27.455.789	98.950.289
	Inferior	11.054.031	41.146.060	13.345.012	65.545.103
	Totales	477.931.156	206.570.445	67.805.195	752.306.796

Fuente: YCRT.

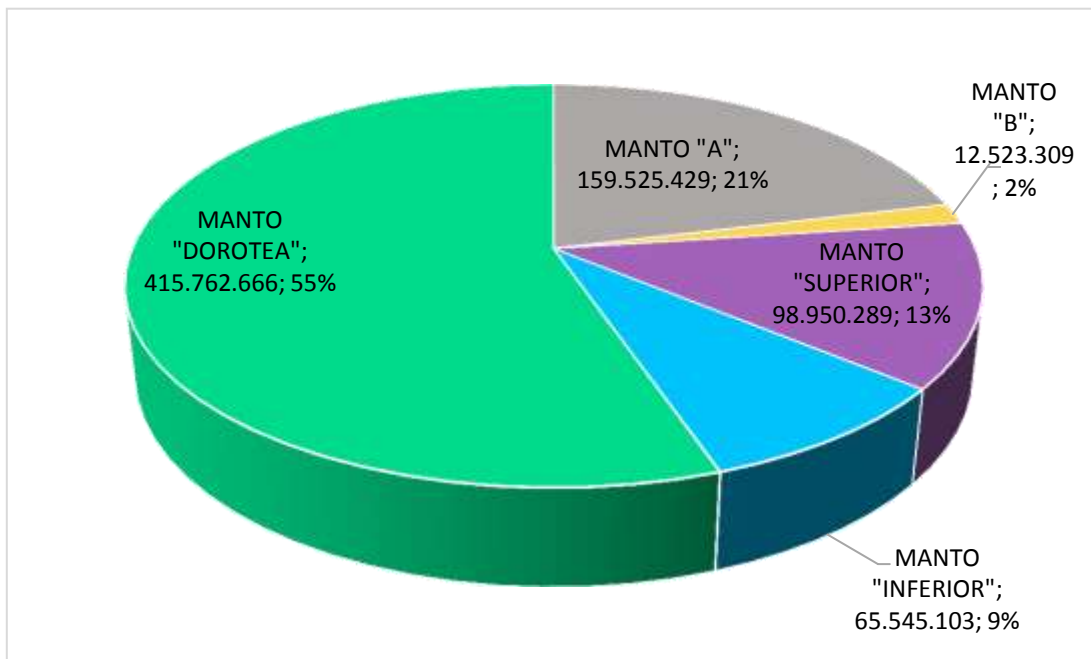


Imagen N° 167. Reservas originales según grado de certeza

Fuente: elaboración propia en base a información de YCRT.

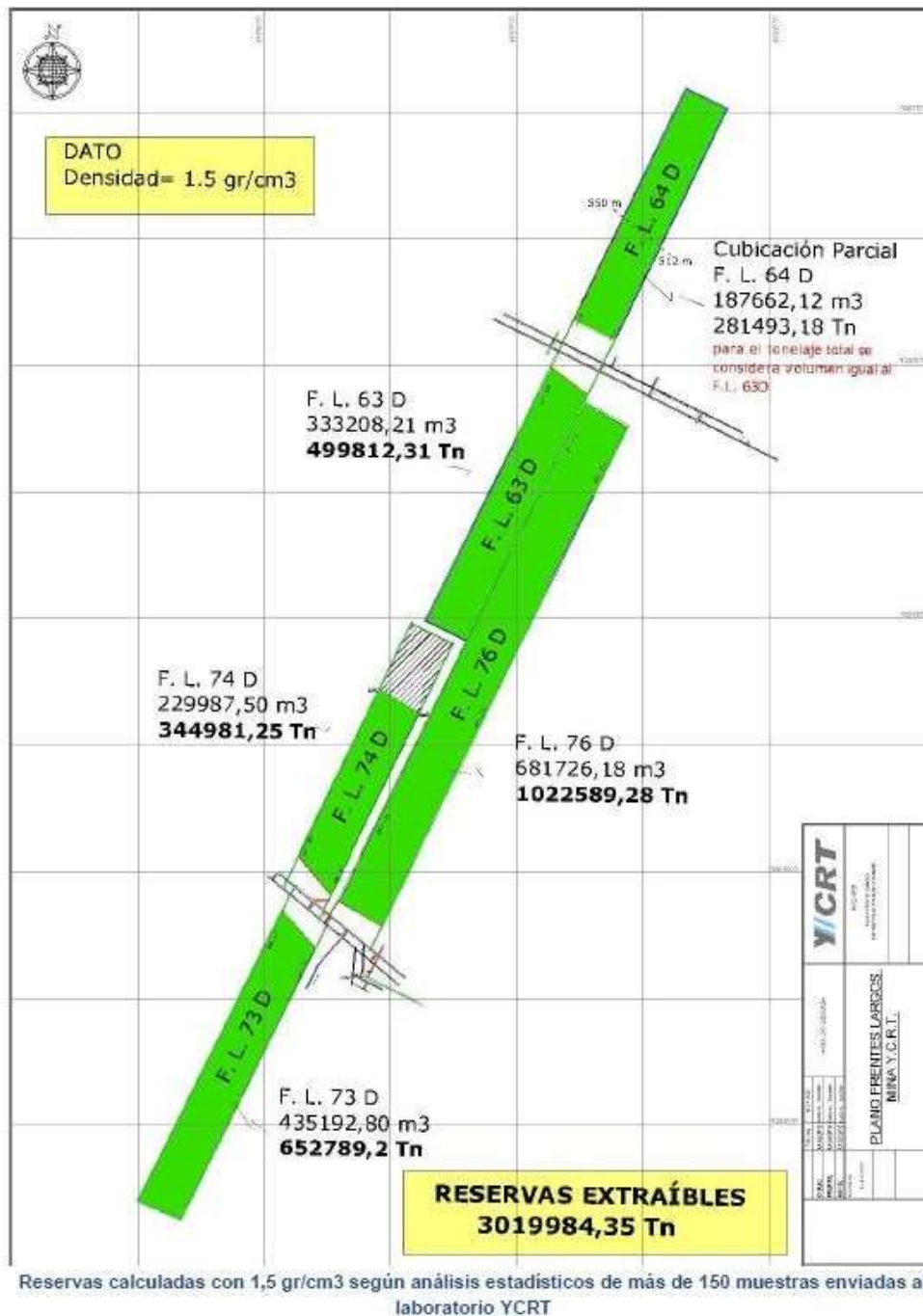


Imagen N° 168. Plano de reservas de Mina 5

Fuente: Diprem – 2021.

4.9. Estudios sociales

A continuación se presentan los aspectos más relevantes de los estudios sociales antecedentes realizados por la UTN en el año 2011 y presentados tanto en el Estudio de Impacto Ambiental de YCRT del mismo año como en la Adenda al EIA de operación de la CTRT del 2015. A su vez, se incluye una breve recapitulación de los puntos significativos y conclusiones del estudio realizado en el 2018 por la Universidad Nacional Patagonia Austral-UNPA y el Gobierno de Santa Cruz, dentro del Proyecto de “Generación de Información tendiente al manejo de poblaciones de Salmónidos del Río Gallegos. Segunda Etapa: Censo Acuático y Ripario”⁶. Los estudios presentados arrojan datos sobre el momento en el cual fueron realizados, hace más de 10 años en el caso de los primeros, y probablemente varios de los escenarios hayan cambiado. Sin embargo, los resultados contribuyen a describir dicho período en sintonía con las problemáticas del momento y poder comprender una situación base del diagnóstico social en conjunto con la información presentada anteriormente.

En términos globales y a nivel de opinión pública en general, y especializada en particular, el proyecto de la CTRT ha sido objeto de controversia desde su formulación. Al respecto, y en adición a la información presentada a continuación, en el Cap. 9, Sección 13 Anexo, 4 Clipping de prensa – 4.1 se presenta un clipping de prensa que colabora al entendimiento de la visión actual de la sociedad frente al proyecto. El mismo identifica claramente que el eje de la discusión está fuertemente influenciado, como era de esperar, por cuestiones políticas y partidarias. Cabe también consignar que, la crisis energética global desatada en el presente 2021, está cambiando el enfoque de los últimos años, consistente en descartar de manera inmediata la utilización de los combustibles fósiles y su reemplazo por energías completamente renovables, pues quedaron de manifiesto las limitaciones que, con las tecnologías actuales, esa forma de provisión de energía tiene en general, y sus principales puntos vulnerables que son su fiabilidad y sus mayores costos. Al respecto consultar el Cap. 9, Sección 13 Anexo, Clipping de prensa – 4.2 y la sección 4.8 Sector Energético.

4.9.1. Test de actitudes y encuesta de opinión (2011)

El test de actitudes y la encuesta de opinión fue realizada por UTN en el 2011 en base a entrevistas coincidentales basadas en una muestra no probabilista de la población, sea la misma directa o indirectamente afectada al proyecto pero presente en la zona de influencia. El objetivo fue conocer las opiniones de los vecinos del área estudiada sobre la reactivación de las actividades en el yacimiento, así como su percepción sobre la operación de la usina termoeléctrica y la actividad minera en la región.

La muestra se realizó sobre 98 casos, siendo 75 encuestas realizadas en Río Turbio, 28 en la localidad de 28 de Noviembre y 5 en Julia Dufour. Con respecto a las características sociodemográficas de la población encuestada se menciona que: la distribución por edad de los entrevistados fue de casi un 30% de vecinos de 18 a 30 años, un 42% de 31 a 49 años, y el 31% restante de 50 años en adelante. La distribución por sexo de las personas entrevistadas fue de poco más del 30% varones y casi 70% de mujeres. Dado que las entrevistas fueron hechas en los hogares, en día de semana y en horario laboral, fue más alta la probabilidad de entrevistar a mujeres, dado que muchas de ellas son jóvenes y por lo tanto madres de niños pequeños, que se dedican a su cuidado.

En cuanto al lugar de nacimiento, poco más del 27% de los entrevistados eran nacidos y

⁶ Ambos estudios se encuentran resumidos en el Estudio de Impacto Ambiental del Yacimiento Carbonífero Río Turbio realizado en el 2021 por Diprem. Este documento también ha sido utilizado como antecedente de referencia.

criados en la cuenca. El resto provenía de diferentes provincias, principalmente Buenos Aires con casi un 10%, Salta y Jujuy con casi un 9% cada una, y una cantidad importante de Chile, proporción que se dio en el 16% de los casos.

En referencia al nivel educativo de los entrevistados, casi un 29% había alcanzado hasta primario completo o incompleto, un 18% había cursado hasta el secundario, pero sin completar ese nivel. Poco más del 22% había alcanzado a completar el nivel secundario. Por último, casi un 29% tenía estudios terciarios o universitarios completos o incompletos.

El 56% de los entrevistados poseía trabajo al momento del relevamiento, mientras que el 44% restante no trabajaba, siendo mayoritariamente porque se dedicaban al cuidado de la casa y los niños, o porque se trataba de personas jubiladas. De aquellos entrevistados que trabajaban, el 40% lo hacía en tareas de tipo administrativas, tanto en el ámbito público como privado. Alrededor de un 13% trabajaba como cuentapropista, y una proporción similar lo hacía como obrero especializado, en relación de dependencia.

Resultados de la encuesta de opinión

En el año en el cual fue realizada la encuesta, únicamente el 77% de los encuestados estaban enterados de la reactivación de las actividades del YCRT. En adición, entre quienes no estaban enterados un 23% no tenía conocimiento sobre las actividades de la empresa o qué producía la misma. En relación a la audiencia pública llevada a cabo en Río Turbio el 24 de septiembre de 2008, más del 30% de los vecinos no estaban al tanto de que la misma se realizara debido a la presentación del EIA para la construcción de la CTRT. El 68% sí tenía conocimiento de la audiencia, aunque únicamente un 10% participó de ella.

Asimismo, cuando se consultó sobre la evaluación que realizaban de la comunicación hacia los vecinos por parte del gobierno provincial, en temas relacionados con el yacimiento, la usina, la producción, el 66,9% manifestó que estaba bien (buena muy buena) mientras que el 9,6% manifestó que estaba mal (mala o muy mala); el 20% restante consideraba que era regular.

Las problemáticas de la región mencionadas por los encuestados fueron predominantemente relacionadas con la infraestructura, principalmente con la falta de viviendas. A su vez, el valor y la falta de viviendas para alquilar también estuvo mencionado en relación a la problemática. Otro aspecto del mismo fue la falta de espacio para la construcción de nuevas viviendas y la desorganización urbanística de la ciudad. Otra de las problemáticas mencionada en un 27% fue la gestión. La falta de trabajo también se consideró como uno de los problemas a resolver y fue mencionada en un 22% de los casos. En cuanto a los problemas a resolverse con la mejora económica de la región, las respuestas apuntaron mayormente a la falta de infraestructura, trabajo, educación salud y energía. Nuevamente los temas mencionados como problemas o cuestiones a resolverse tuvieron que ver con los temas de infraestructura y trabajo.

Resultados del test de actitud

Los resultados principales de dicho test arrojan que un 78% de los encuestados se encontró en desacuerdo con la idea que sostiene que la actividad minera es perjudicial por la contaminación. Al incorporar al análisis sobre las actitudes la variable es nacido y criado en la cuenca, la proporción de desacuerdo con esta afirmación entre los no nacidos y criados en la zona es del 81%, mientras que entre los no nacidos y criados baja al 69%.

Un 50% de los entrevistados consideraba que el gobierno provincial llevaba un control sobre los niveles de contaminación del proyecto minero. Sin embargo, un 20% de los entrevistados no estuvo de acuerdo con esta opinión y se considera en desacuerdo, y un 30% no pudo dar

una respuesta precisa porque no estaba al tanto. El acuerdo con esta afirmación es mayor entre los grupos de mayor edad. Un 75% de los entrevistados se encontraba de acuerdo en que la actividad minera controlada y responsable no producía problemas graves de salud en la población.

En relación a la sustentabilidad del proyecto, un 88% consideró que el trabajo que iría a generar la reactivación de la actividad minera sería algo que podría sostenerse en el tiempo. A su vez, el 92% estuvo de acuerdo en que la actividad minera no solamente sería generadora de trabajo en la empresa minera, sino que también fuera de ella genera el desarrollo de otras actividades productivas siendo multiplicadora de la actividad y generadora de diversas fuentes de empleo. Esta creencia representaba al 100% de los oriundos de la región y al 89 % de los nacidos en otro lugar.

La comunicación por parte de la empresa con la población es considerada deficiente por un 22% de los entrevistados. Sin embargo, más del 60% tiene una opinión en contrario.

El 96% de los entrevistados consideraba que la población de la región apoyaba el desarrollo del yacimiento. Este resultado muestra la amplia relación de los habitantes de la región con la actividad minera, ya que es parte de la vida de los vecinos, y parte de la historia y de la idiosincrasia de la región. De hecho, un 76% de los vecinos entrevistados consideraba que a los grupos ecologistas no les importan los beneficios que produce la actividad minera en la región.

Por último, en el estudio se reveló la influencia en la opinión de los entrevistados del conocimiento o desconocimiento de la actual reactivación de actividades en la empresa. En este sentido, por ejemplo, frente a la afirmación que sostiene que la actividad minera es muy perjudicial por la contaminación, el nivel de desacuerdo con esta afirmación fue claramente superior entre los entrevistados que estaban al tanto de las actividades en yacimientos. Efectivamente, entre estos la proporción de desacuerdo con esta afirmación fue del 89%, mientras que entre los entrevistados que no estaban al tanto de las actividades y la reactivación en la empresa este valor fue del 41%.

Acerca del control por parte del gobierno provincial sobre las actividades mineras, no supieron contestar un 46% de los entrevistados que no estaban al tanto de la reactivación de actividades, mientras que entre los que afirmaron estar al tanto de la situación de la empresa, la proporción de no respuesta frente a esta sentencia fue del 25%.

Al evaluar el nivel de acuerdo sobre el desinterés de los grupos ecologistas, en relación con los entrevistados que estaban al tanto de la reactivación de actividades y los que no, la diferencias son amplias. Mientras que entre los primeros el nivel de acuerdo con la opinión acerca de la falta de interés de los grupos ecologistas en los beneficios que genera la explotación fue del 81%, entre los segundos (quienes no estaban al tanto de la reactivación de actividades) esta proporción fue del 64. Finalmente, en cuanto a la comunicación por parte de la empresa minera con la población, los niveles de opinión negativos fueron mayores entre quienes desconocían las actividades de la empresa, que para quienes están al tanto. También se puede mencionar que entre el grupo que no estaba al tanto de las actividades del yacimiento, la proporción de no respuesta sobre esta afirmación fue marcadamente mayor (27% contra un 10% entre el segundo grupo).

Las conclusiones del test de actitud evidencian que la dimensión económica del emprendimiento minero genera una fuerte predisposición actitudinal positiva, pero en el plano comunicacional de los actores institucionales involucrados genera algunas dudas o predisposiciones negativas. Es claro el apoyo de los habitantes de la región sobre las actividades del yacimiento, dado que el pueblo nació a raíz de la explotación minera.

En el plano de su subjetividad está presente la oportunidad que promete la reactivación de actividades y la puesta en marcha de la usina. Los encuestados generan una fuerte vinculación

en términos de actitudes, expectativas y opiniones hacia las actividades mineras y la generación de trabajo. A su vez, la calificación positiva es coherente con los principales problemas de la zona. Esto permite concluir que las opiniones y expectativas son, por un lado, el trabajo y, por otro, el consecuente desarrollo económico de la región. De acuerdo a las conclusiones resultantes del estudio de UTN, la mayoría de los entrevistados suponen y opinan que las actividades mineras tienen apoyo en la población en su conjunto.

En relación a las problemáticas de la región, se evidencia que el mayor tema recurrente está relacionado con la implementación de una adecuada política habitacional y un ordenamiento territorial en función del mismo. Un aspecto mencionado en altas proporciones fue la falta de terrenos disponibles para la construcción de viviendas y la falta de planeamiento urbano. Esta situación se encuentra estrechamente ligada con el proyecto, ya que es un contexto que genera la llegada permanente de nuevos pobladores que se incorporan a la empresa, así como de nuevos servicios que surgen a partir de la reactivación económica.

4.9.2. Estudio de cohesión del ejido social (2011)

El objetivo de este estudio realizado por la UTN en abril de 2011 fue relevar y analizar la problemáticas desde una mirada integral, considerando las diferentes situaciones existentes en el territorio para poder realizar un análisis de la situación como resultado. Se realizó un registro de problemas, procesos positivos, actores y propuestas.

A continuación se presentan los principales procesos positivos que estaban sucediendo al momento de la realización de este estudio son:

- Existe una postura a favor del emprendimiento minera ya que da trabajo.
- Hay confianza en que el gobierno provincial va a controlar.
- Río Turbio prospera, se hacen obras públicas y viviendas.
- Es positivo que haya trabajo ya que la gente tiene dinero y consume.
- En las escuelas se hacen muchas actividades con YCRT. Existen formas de explotar la mina con métodos no nocivos para la tierra.
- La UNPA ofrece una tecnicatura en minería, la primera cohorte de egresados fue en el 2012.
- La nueva intervención de YCRT tiene como política la incorporación de más mujeres en superficie.
- De 2004 a la fecha no se produjo ninguna muerte por accidentes en la mina. Sí lo que hubo fueron muchos accidentes, en general son traumatismos.
- La escuela minera es un recorrido sobre la actividad de la mina. La visitan todos los días alumnos, extranjeros, estudiantes, etc.
- Del 83 en adelante comenzó a cambiar la percepción de la gente sobre el lugar. Hay mayor pertenencia.
- En el 2011 existían 2 planes de viviendas: uno en Río Turbio y el otro en 28 de Noviembre.

En relación a los problemas, se destacan a continuación aquellos asuntos principales que implican una restricción, limitación o acción negativa frente a la realidad de la problemática. A saber:

- No existe preocupación por lo ambiental.
- Hay mucha diferencia de sueldo entre los mineros y otros trabajos.
- El trabajo de los mineros es muy peligroso.
- A los pobladores les falta iniciativa.
- Hay una cultura de demanda permanente a YCRT.

- No hay participación, hay poco interés político.
- La actividad de los mineros está mal vista.
- Problemáticas ambientales tales como agua contaminada con alto contenido de sarro y basurales.
- En 28 de Noviembre consideran que reciben poca ayuda por parte de YCRT.
- No hay viviendas suficientes.
- Hay muchas personas desocupadas, hay que generar nuevos empleos. A su vez, las mujeres no tienen trabajo en el área.
- Hay necesidad de personal técnico y de profesionales que no se encuentran en la zona.
- Falta definir un perfil para instalar industrias.
- Desde Nación y Provincia se debería definir qué papel se le asigna a la cuenca.

El estudio en cuestión identifica algunas propuestas planteadas por los entrevistados que, más allá de su viabilidad o factibilidad, son consideradas por los mismos como posibles soluciones a la problemática a abordar. Entre las mismas destacan:

- *Hay que hacer más viviendas.*
- *Apoyar a los nacidos y criados en la cuenca.*
- *Habría que planificar la ciudad y sus actividades en forma más participativa.*
- *Sería bueno concientizar a la gente para mejorar la ciudad.*
- *Sería bueno que se abrieran fábricas y aprovechar el turismo estando cerca de los glaciares.*
- *No depender tanto de la empresa YCRT.*
- *Mejorar la infraestructura.*
- *Embellecer la ciudad (Río Turbio).*
- *Que la energía que se va a generar quede algo en la ciudad (idea de desarrollo local)*

Por último, se identificaron los actores de la cuenca como todas aquellas personas, instituciones, organizaciones, redes, ya sean individuos o colectivos relacionados con la temática a abordar, ya sean involucrados, necesarios o interesados.

- Pobladores nacidos en la zona
- Pobladores que vienen de otras ciudades
- Personal del hospital
- Comerciantes, almaceneros
- Vecinas y vecinos
- Autoridades municipales
- Autoridades de YCRT
- Juzgado de Paz
- Maestras
- Personal de la escuela

Tipos de organización de la Sociedad Civil vinculadas a las políticas ambientales

En los últimos años se dieron una serie de transformaciones en el espacio político que contribuyeron al surgimiento de nuevas organizaciones de la sociedad civil (OSC). Siguiendo el estudio realizado por la UTN en el 2011, entre las mismas se manifestaron asociaciones vinculadas al campo de las políticas ambientales, las cuales se pueden distinguir entre organizaciones de base y otras de apoyo.

Las organizaciones de base se caracterizan por el hecho de que los miembros que las integran son afectados de la problemática ambiental y se asocian como consecuencia del reconocimiento de una identidad común. Por otro lado, las de apoyo tienen otro punto de

partida al originarse para apoyar a los afectados de la problemática ambiental al considerarse que necesitan ayuda externa al grupo.

El objetivo de las asociaciones de base es la atención de problemáticas definidas, que tiene como destinatarios a la comunidad o a grupos focalizados, orientándose hacia el estado como interlocutor para sus demandas, pero comenzando a incorporar a las OSC de apoyo como intermediarias en esa relación.

Las organizaciones de apoyo son un subconjunto que incluye asociaciones heterogéneas que presentan particularidades de acuerdo a sus objetivos específicos y formas de acción, a su vez, requieren cierto grado de profesionalización por las exigencias nacionales e internacionales. Entre las mismas se distinguen en tres categorías: tradicionales, técnicas y técnico-partidarias.

Las organizaciones de apoyo de tipo tradicional están fuertemente asociadas al voluntariado y está guiado por valores y lazos de solidaridad verticales con relación a los destinatarios. La legitimidad de las mismas no es discutida ni puesta en tela de juicio por parte del Estado. Dentro de este tipo de OSC se dividen dos subtipos: aquellas religiosas vinculadas a la Iglesia, cuyo destinatario son sectores de la población en riesgo social, y aquellas en las cuales se combina el voluntariado con el trabajo profesional, siendo el subtipo específico, asistencial y profesional. Los fondos de este tipo de organizaciones provienen de subsidios provinciales o nacionales y continúan con donaciones. El último subtipo, que se encuentra entre el voluntariado y la profesionalización, son aquellas que han podido adaptarse al perfil más técnico requerido por quienes controlan los recursos económicos.

Las organizaciones de apoyo de tipo técnico están representadas por fundaciones, asociaciones o centros de investigación constituidas por profesionales orientados a capacitar y administrar los recursos. Son nexos de articulación entre las demandas de la comunidad y los programas del estado. Dentro de este grupo de asociaciones existe diferente grado de cobertura, desde las focalizadas en función de los objetivos de su acción hasta las más amplias que incluyen la atención de una variedad de temas y problemas: capacitación, asesoramiento, etc. asociadas a la promoción del desarrollo. Dentro de las OSC de tipo técnico se distinguen dos subtipos: aquellas asistenciales y las de desarrollo, particularmente rural.

Por último, las organizaciones de apoyo de tipo técnico – partidarias mantienen las principales características de las de tipo técnico anteriormente descriptas pero en asociación con políticas partidarias. Se dividen en dos subtipos: aquellas más profesionalizadas y aquellas netamente partidarias.

4.9.3. Análisis de la conflictividad socio ambiental (2011)

En el estudio de UTN realizado en 2011 se llevó a cabo el desarrollo de conceptos y categorizaciones respecto a las características de la protesta social, la agenda de los conflictos mineros y el consenso social.

La resistencia a la actividad minera construye su discurso político en torno a la denuncia de dos tipos de impactos negativos de la gran minería: los impactos económicos y los impactos ambientales. Tal como señala el estudio, *con frecuencia se expresa a través de las consignas: “Sí a la Vida No al Saqueo y No a la Contaminación”*. Se plantea que la vida y el desarrollo sustentable de la comunidad se verá perjudicado por la gran minería.

Se puede destacar también que el cuestionamiento social muchas veces se ve asociado no al emprendimiento en sí, sino a las consecuencias que genera un impacto en un lugar determinado. Este concepto se expresa bajo el fenómeno NIMBY, cuyas siglas en inglés (“Not In My Backyard”) indican el rechazo a la actividad en el área de influencia del actor resistente. En otras ocasiones puede dirigirse al marco normativo que habilita esta actividad, de hecho en

este caso la legislación que lo ampara, al ser cuestionada, pierde legitimidad y es objeto del reclamo. La resistencia al Proyecto Minero es parte de una lucha más amplia asociada al cambio del marco normativo vigente.

A nivel local en el año del informe se encontraron tres tipos principales de conflicto en función del ciclo de vida de los proyectos:

- Antes de la puesta en marcha del proyecto: cuestionan la pertinencia de la actividad en el territorio. Los casos principales se presentaron en Esquel (Chubut), Pascua Lama (San Juan), Huacalera en Tilcara (Jujuy) y Agua Rica (Catamarca).
- Durante el funcionamiento del proyecto: los actores sociales denuncian impactos ambientales y sociales negativos, así como cuestionan la distribución del excedente generado por la actividad. Ejemplos de esta situación es el proyecto Bajo de La Alumbra en Catamarca o Veladero en San Juan.
- Luego del cierre o suspensión de un emprendimiento minero: se cuestionan tanto los pasivos ambientales generados como la desarticulación social y económica. Este es el caso del yacimiento de Sierra Pintada en Mendoza o el caso de Abra Pampa en Jujuy.

Conclusiones

El debate sobre la conflictividad social de la actividad contiene diferentes aristas y niveles, entre los cuales se destacan: la preocupación por la contaminación y la disponibilidad del uso del agua; el destino de las regalías o impuestos pagados por las empresas y su redistribución en las comunidades más impactadas; el marco normativo por el cual unos reclaman condiciones seguras de inversión y otros mayor participación en la definición del perfil productivo del territorio, en la gestión de esos recursos y en el respeto por el patrimonio étnico, social y cultural del territorio. Las problemáticas se concentran en los siguientes puntos:

- Proceso productivo: un sector principalmente protagonizado por ONG rechaza la extracción industrial de minerales a causa del riesgo ambiental por los métodos de extracción y procesamiento del mineral explotado, el uso de sustancias tóxicas (cianuro), el tipo de explotación a cielo abierto y la huella ambiental que produce.
- Red Hidrográfica y Biodiversidad: se basa en la preocupación de que la actividad minera a gran escala es un gran consumidor de agua que puede reducir la capacidad de acceso y aseguramiento de la provisión para distintos usos. También se suma la inquietud acerca de la calidad del agua por el uso o liberación de sustancias tóxicas en la red hidrográfica.
- Mercado de Trabajo: la presencia de la actividad de la gran minería presiona al alza de los salarios y reduce la disponibilidad de trabajadores para las actividades económicas tradicionales o históricas del territorio.
- Choque de cosmovisiones: este tipo de proyectos mineros de gran escala genera profundos efectos en las comunidades de la zona. Cuando esta población basa su vida social sobre cosmovisiones que poseen una estructura de valores distinta a aquella que caracteriza al capitalismo globalizado, se produce un choque de cosmovisiones de compleja evolución.

Estos problemas evidencian una ausencia de consenso social que se encuentra íntimamente ligada a un modelo de construcción y gestión de políticas públicas que no tiene en cuenta las siguientes situaciones:

- La adhesión de comunidades a procesos globales: las comunidades y movimientos sociales

resisten -por razones culturales, políticas y coyunturales- al modelo de desarrollo que sostiene la necesidad de hacer eficientes determinados procesos productivos/extractivos basándose en que la suficiencia, dada por la capacidad de carga del planeta, es la que debiera definir las fronteras de la eficiencia. Este enfoque, denominado perspectiva hogar, privilegia el desarrollo endógeno y el hecho de sostener la necesidad de que la sociedad sea capaz de querer lo que sería capaz de proveer.

- La participación ciudadana en el diseño de las políticas de desarrollo local en los procesos de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA): la falta de implementación de mecanismos de participación efectiva y dialógica que incluya a los actores comunitarios y sociales en la definición del desarrollo local deja contradictorio el ordenamiento de los usos del suelo. Esta falta de participación sobre el modelo de desarrollo sustentable local torna muy dificultosa la participación efectiva de los actores sociales no estatales en la evaluación de los impactos ambientales de los proyectos.
- La ausencia de confianza en el Estado como garante del bien público: por parte de los distintos actores sociales e institucionales existe una profunda desconfianza en el accionar de la autoridad de aplicación minera. Los mismos sospechan que guíe su accionar sobre la base de principios de interés público, así como desconfían en la capacidad de fiscalización y control estatal. Esta desconfianza descansa en experiencias traumáticas respecto al descontrol gubernamental histórico sobre actividades productivas contaminantes. El supuesto con que operan los actores de la sociedad civil es que el gobierno será incapaz de controlar de forma adecuada este tipo de mega emprendimientos.
- La inexistencia o insuficiencia de información legítima de acceso público: tanto en el país como a nivel mundial los conflictos mineros plantean el interrogante sobre si la actividad minera de gran escala supone un factor de desarrollo para el país y en cuánto es compatible con los postulados de sustentabilidad. Para poder responder a esta pregunta y que los actores puedan tomar decisiones, se requiere de procesos de elaboración de información pública de manera integrada, clara, confiable y oportuna. La falta de información integrada confiable y legítima sobre la actividad minera en Argentina, el cuestionamiento a los mecanismos de generación de la información y a los criterios de selección de los datos relevantes dificultan la construcción de relaciones de confianza básica con la población, necesaria para promover procesos sociales y políticos de transformación.

4.9.4. Conclusiones del censo acuático y ripario (2018)

En el año 2018 se llevaron a cabo talleres realizados por el Consejo Federal de Inversiones, la Universidad Nacional Patagonia Austral y el Gobierno de Santa Cruz. Estos resultados se inscriben dentro del Proyecto de “Generación de Información tendiente al manejo de poblaciones de Salmonidos del Río Gallegos. Segunda Etapa: Censo Acuático y Ripario” (Casalinuovo M.A.; Díaz Boris.G.; Acuña A.; Chalde T. y F. Castro). A continuación se exponen los principales hallazgos y conclusiones de las charlas abiertas al público, talleres cerrados con la participación de funcionarios y estamentos representativos de los diferentes usuarios del recurso y cursos de capacitación para empleados de la Administración Pública Provincial.

Los objetivos de las actividades se resumen en los siguientes: crear un espacio de diálogo, intercambio, negociación y consenso entre técnicos, profesionales, investigadores y tomadores de decisión en materia de los recursos hídricos superficiales en la zona sur de Santa Cruz; contribuir a la construcción de una base para alcanzar acuerdos de acceso, aprovechamiento, gestión y conservación de los recursos hídricos y ambientales asociados; crear un espacio de diálogo permanente entre generadores de información, usuarios y

tomadores de decisión en materia de recursos hídricos, que permita el establecimiento y mantenimiento de un conocimiento actualizado sobre la situación de conservación, uso e impacto en éstos y así contribuir a mejores procesos de toma de decisión para su gestión.

En términos generales, los diferentes usuarios del recurso en sentido amplio (no solo pescados o dueños de algún tipo de explotación comercial, sino toda persona que utiliza algún servicio ecosistémico de la Región Hidrográfica 13 –RH 13– estudiada), consideraron que el sistema fluvial de la región presentaba algún grado de degradación, muchas veces calificado como alto, tanto en lo ambiental como en la calidad pesquera. Durante los talleres algunas opiniones apuntaban a marcar por un lado una calidad de pesca claramente superior en un pasado indefinido, y por el otro el convencimiento de que fuentes puntuales de contaminación como la central de Río Turbio “llenaban de carbón y otras cosas el río”. De hecho, frente a la afirmación de una adecuada calidad de agua de la región, este grupo de personas prefirió pensar en la existencia de un condicionamiento en los trabajos por parte de autoridad. Si bien no todos los asistentes manifestaron esta postura, que fue considerada minoritaria, se realizaron a posteriori encuentros de discusión donde se plantearon otros términos. En primer lugar se estableció la fiabilidad de los datos que avalan los resultados de los ICP (indicadores de calidad pesquera), así como la aclaración que los resultados y las recomendaciones técnicas se construyen a partir de datos. Por último, se tuvo en cuenta el hecho de que es imposible la construcción de consensos basados en la desconfianza, tanto sobre los técnicos como sobre el Estado.

Más allá de lo expresado, la receptividad social a este proceso, que comenzó en el 2014, es alta. No obstante, como conclusión de las actividades dictadas en el marco del estudio en cuestión, se recomendó optimizar la llegada de los mensajes correctos a toda la sociedad mediante una campaña de difusión en medios de comunicación masivos de la real situación.

En las reuniones cerradas, basadas en la concurrencia de personas representativas de estamentos varios, el consenso fue mayor. Hubo acuerdo en los Talleres N° 2 y 3 (Diálogos del Agua) en la necesidad de acercar las capacidades locales en lo que respecta a investigación aplicada al manejo de los recursos naturales. Teniendo en cuenta los expositores de dichas reuniones, queda en claro que existen capacidades locales que podrían cubrir las necesidades de información de manera mucho más profunda que lo actuado en el proyecto realizado en el 2018.

En cuanto a lo ambiental, la RH 13 cuenta con una larga historia de ocupación y uso de tierras desde comienzos de la colonización ganadera hacia finales del siglo XIX hasta el presente. Mediante diferentes análisis realizados, en especial comparándolo con diferentes estándares de referencia, se pudo demostrar que en la región existe una importante calidad de conservación natural con pocas excepciones entre unos pocos parámetros físicos, químicos o biológicos. Tal como expresa el estudio: *si bien es posible confirmar la existencia de algunos impactos asociados a la ocupación y uso de la región, el balance general de los resultados alcanzados permite refutar la idea generalizada de que las aguas de la región acusan un impacto ambiental importante, en especial asociado a la explotación de carbón en la cuenca alta. Si bien esto no puede negarse en ambientes acotados como la cuenca del río Turbio, la información generada en la presente obra no permite concluir que al presente su afectación sea generalizada.* Se concluye, de todos modos, que hay una necesidad de establecer mecanismos de monitoreo a partir de redes hidrométricas y de control de calidad en aguas y sedimentos, cuestiones a implementar en el Plan de Gestión Ambiental - PGA.

Luego, los autores del estudio señalan la importancia de recomendar al estado provincial la inversión permanente en el estudio y seguimiento de los recursos naturales de la región, en especial el agua, el más importante entre los recursos renovables para la sustentación de la vida y la producción económica. También así la posibilidad de incursionar en mecanismos

participativos de gestión a escala de cuenca de forma de consensuar objetivos y mecánicas de intervención transparentes en el territorio, para conciliar conflictos y potenciar un uso ordenado del territorio y su recurso hídrico, así como establecer diálogos y consensos con los gobiernos regionales de la República de Chile para la gestión de un recurso hídrico compartido.

En líneas generales, los representantes de diferentes estamentos mostraron interés y receptividad a propuestas encaminadas a un mejoramiento de la situación actual en el uso del sistema. No se detectó como prioridad la cuestión ambiental, sino que las problemáticas se centraron en el estado de conservación de las pesquerías y el sistema de accesos a las mismas. En ese sentido, el estudio listó una serie de temas a considerar para un manejo más consensuado del sistema Gallegos/Penitente/Rubens:

- Mejorar el sistema de accesos al río: entre el año 2014 y el presente hubo un proceso de cierre de accesos públicos que tenían acuerdos más o menos informales con el Estado.
- Regular el impacto de los accesos públicos: se reclama mayor presencia del Estado en la fiscalización de los principales tres accesos existentes ubicados a la vera de la RN Nº 40/3 que pueden ser considerados de uso intensivo.
- Determinar el impacto de la pesca artesanal en el estuario: se reclama nuevamente mayor presencia del Estado en lo que respecta a la fiscalización de dicha actividad.
- Discutir el acceso a las estancias donde se realiza pesca recreacional comercial: los establecimientos que cuentan con operaciones comerciales son vistos en cierta manera grupos de presión que impiden el acceso libre a las costas.
- Generar un espacio de discusión: existe un consenso político entre los funcionarios para poner en marcha un proceso de diálogo de tipo consultivo que dé respuestas a las demandas e inquietudes de todos los sectores involucrados.