

OCHENTA AÑOS DE EXPLOTACIÓN DE CARBÓN MINERAL. SUS IMPACTOS AMBIENTALES. RÍO TURBIO, SANTA CRUZ, ARGENTINA

SÚNICO, ALEJANDRO.¹; ASUETA, RENE.¹; MARTIN, JUAN P.² Y SIERPE, CAROLINA.¹

1: Universidad Nacional de Patagonia Austral.

¹Unidad Académica Río Gallegos.

e-Mail: alejandrosunico@yahoo.com.mx. Lisandro de la Torre 1070. Río Gallegos. Santa Cruz. CP 9400.

2: Unidad Académica San Julián.

e-Mail: martin_jpablo@yahoo.com.ar. Colon y Sargento Cabral. San Julián. Santa Cruz. CP 9310.

Resumen. *El carbón mineral descubierto en 1887 en Río Turbio, permitió la explotación, desde el año 1936, del yacimiento más importante de la Argentina. Este, constituyó un desafío logístico, dado su aislamiento y la distancia a los centros de consumo. Para su operación se construyó un campamento, con dimensiones de un poblado y un ferrocarril hasta la localidad de Río Gallegos, donde se erigió un puerto. La mina, indujo a un crecimiento poblacional que originó dos municipios. El presente año una usina termoeléctrica a carbón (240 MW), se incorporará al Sistema Interconectado Nacional. Ochenta años de actividades industriales y urbanas, generaron importantes transformaciones en la biota, en las aguas, en los suelos, en las geoformas y en su dinámica. En este trabajo, síntesis, se realizó un relevamiento de los principales impactos ambientales causados sobre los ríos de la cuenca superior, especialmente aquellos relacionados a la minería. Estos impactos, se analizaron mediante indicadores físicos, químicos y biológicos. Se detectaron modificaciones como: la pérdida de humedales, la alteración de la morfometría y dinámica de los ríos, de sus planicies aluviales y de sus parámetros fisicoquímicos y de las comunidades de macroinvertebrados. Cambios asociados al vertido de efluentes urbanos y de mina. Estos impactos y sus efectos señalan un empobrecimiento de las condiciones naturales y de la calidad ambiental.*

Palabras claves: Minería, Carbón, Impacto Ambiental, Río Gallegos, Patagonia

1 INTRODUCCIÓN

1.1 Ubicación

La Cuenca Carbonífera (51°32'08" S - 72° 20'08" O) se ubica al sur – oeste de la provincia de Santa Cruz, Argentina (Figura 1). Recibe esta denominación ya que comprende al yacimiento de carbón mineral con mayores reservas de la Argentina. En ella se localizan las poblaciones de Río Turbio y 28 de Noviembre y los parajes de Julia Dufour y Turbio Viejo. El yacimiento se desarrolla en las cabeceras de la cuenca hidrográfica del Río Gallegos, constituida a partir de los arroyos Santa Flavia y San José y los ríos Turbio, Penitentes y Rubens, a partir de la confluencia de estos se conforma el Río Gallegos. Aguas abajo de estas localidades se ubican otros parajes pequeños y en la desembocadura del Río Gallegos, la ciudad homónima, capital de la Provincia de Santa Cruz.

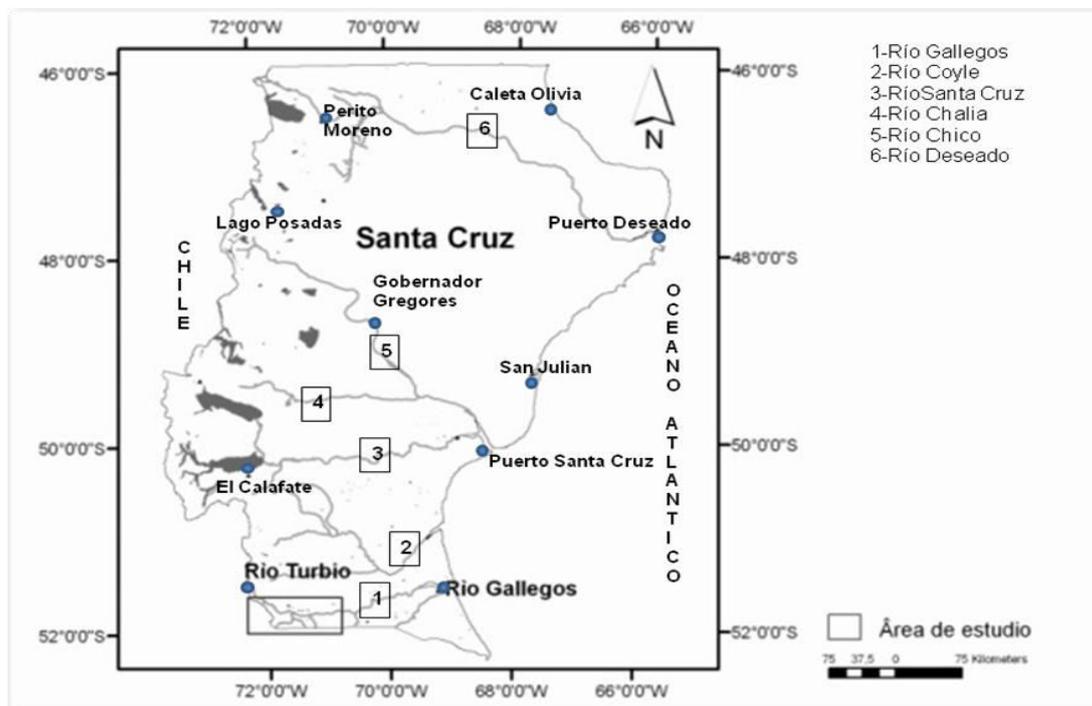


Figura 1: Ubicación del área de estudio y principales cuerpos lóticos de la provincia de Santa Cruz.

1.2 Introducción al Objeto de Estudio

En el año 1887, Agustín Castillo, informa la existencia de carbón, en la región sur-oeste de Santa Cruz. La lejanía y las dificultades logísticas para operar este yacimiento, en el contexto técnico y social de la época, provocaron que recién en el año 1936 se pudiera avanzar en su desarrollo, y se iniciara su explotación en 1943.

Así surge, el Yacimiento Carbonífero Río Turbio constituido luego como la empresa estatal Yacimientos Carboníferos Fiscales. Este, adquiere un gran valor estratégico cuando Argentina, en la década del 40 y 50, debió producir su propia energía dado que la II Guerra Mundial impidió continuar la importación de carbón desde Inglaterra [1] [2].

Al finalizar la guerra, comenzó a declinar la producción del yacimiento y se detuvo su evolución como empresa, culminando con su privatización en la década de los 90 [3]. Surge así la Empresa Yacimientos Carboníferos Río Turbio SA, que subsidiada por el estado nacional, abastecía principalmente a la usina térmica de San Nicolás (provincia de Buenos Aires). En esa época la producción disminuyó hasta cerca de 350.000 tn anuales. La empresa regresa a manos del estado nacional en el año 2002.

A pesar de estos cambios, la producción en los laboreos subterráneos no se detuvo; se alcanzó casi el millón de toneladas/año en la década del 70[1] [4] [5]. En el presente, la mina no produce carbón realizándose sólo labores de apertura y preparación de nuevos frentes.

El método de explotación fue mediante laboreos subterráneos, inicialmente por el sistema de cámaras y pilares y luego por el sistema de frentes largos con derrumbe controlado. En la

actualidad, se registran más de 80 km de galerías. Por un breve lapso en el año 1999 – 2000 se realizó la extracción de carbón a cielo abierto; un emprendimiento que generó escasos resultados. En la década del 50 se instala la primera planta depuradora de carbón en medio denso que permitió una mejora significativa en la calidad del mineral. Esto permitió reducir los costes de transporte, ya que el carbón debía trasladarse por medio de una vía férrea de más de 200 km hasta el puerto de Río Gallegos.

En la localidad de Río Turbio funciona, desde el año 1961, una usina en base a carbón (Usina Ansaldo). Esta tuvo una potencia original de 6 MW que en el año 1989 se eleva a una potencia total de 21 MW. Esta usina en la actualidad se encuentra parcialmente operativa. En el año 2005 se define la construcción de una usina termoeléctrica que volcará su producción al Sistema Interconectado Nacional que alcanzó la localidad en el año 2013. El proyecto contempla instalar en boca de mina una potencia de 240 MW evitándose así los costes del traslado y de los procesos de depuración del material.

La usina requerirá 3.720 tn de carbón por día [6] lo cual totalizará una producción 1.200.000 tn/año. El carbón mineral molera y se quemará sin tratamiento alguno.

Es así que, surgieron en el transcurso histórico del yacimiento ocho grandes entidades: i) el Campamento Minero hoy municipio; ii) las labores de minado; iii) las usinas térmicas; iv) la planta depuradora de carbón e infraestructura conexas; v) los depósitos de estériles; vi) el embalse de agua y la usina; vii) los parajes y la localidad de 28 de Noviembre desarrollados para establecer la presencia estatal pública en la región; viii) el ferrocarril.

Todas estas entidades operan en la cuenca superior del Río Gallegos interviniendo e impactando de forma directa los valles de los arroyos Santa Flavia y San José y de los ríos Turbio y Gallegos. La inserción de la operación en el ambiente implicó transformaciones de las geoformas y sus dinámicas; la alteración de los parámetros morfométricos, fisicoquímicos y biológicos de los cursos de agua; la destrucción de sus planicies aluviales, los suelos y humedales asociados; y la alteración de la biota [7] [8] [9] [10].

Los objetivos del presente trabajo son realizar un análisis sintético en cuatro dimensiones (población-geoformas-aguas-organismos) a través de algunos indicadores, de los principales impactos ambientales causados tras ochenta años de explotación de carbón mineral, en particular sobre los recursos hídricos de la zona. Establecer un grado de afectación y definir la tendencia futura que mantendrán los cuerpos lóticos bajo estos impactos de continuar operando las entidades gestionadas de forma incrementada sobre el ambiente.

2. MATERIALES Y METODOS

Un análisis de la demografía de la zona se realizó a partir de información censal nacional y provincial e informes de YCF. Se utilizaron también para el presente algunos indicadores económicos indirectos, como la apertura de comercios a partir de información provista por la Municipalidad de Río Turbio.

El análisis de los impactos sobre la geomorfología, el relieve y los suelos se basó en imágenes satelitales (NOA, LANDSAT, SPOT) y fotografías aéreas estereoscópicas y normales. Mediante su análisis multitemporal se identificaron los cambios en distintos parámetros ambientales y se establecieron tendencias.

La caracterización, estacional, fisicoquímica y biológica de los cuerpos lóticos se realizó mediante un muestreo en 8 sitios, establecidos aguas arriba y abajo de los sectores afectados por la actividad minera y urbana y uno en el punto de mayor afectación industrial. Se analizaron los siguientes parámetros fisicoquímicos: pH (Método ASTM D 1293-84); turbidez (Norma IRAM 29011); conductividad (Norma ASTM D 1193-91); sólidos disueltos totales (Norma ISO 9562,1989, Método AOX-DIN/38409-H14); sólidos sedimentables en 10min y 2hs (Norma ISO 11923:97); oxígeno disuelto (Norma IRAM 29008); demanda química de oxígeno (DQO) (Norma IRAM 29007-1); demanda biológica de oxígeno (DBO5) (Norma IRAM 29007-2); concentración de metales (Normas IRAM NM 300-6:2003 e IRAM 301 - Norma ISO/IEC 17025); velocidad de la corriente (se calculó mediante un flotador) y temperatura del agua (mediante sonda multiparamétrica OAKON).

Como parámetro biótico se utilizó la comunidad de macroinvertebrados bentónicos, que desarrollan su ciclo de vida en los cursos de agua, debido a que se ha demostrado su eficacia para el monitoreo ambiental y su uso como indicador de la calidad de las aguas y del grado de alteración de los ecosistemas acuáticos [11]. Su utilización se ha generalizado en el mundo, habiéndose estudiado profusamente cómo afectan a la composición de la comunidad las actividades humanas urbanas e industriales y extractivas. En particular, existen estudios de la forma en que la sostenida explotación de carbón mineral puede condicionar su estructura y existencia.

En cada sitio de muestreo se tomaron en forma estacional muestras de la comunidad de macroinvertebrados bentónicos utilizando una red manual con boca de 50 x 50 cm y malla de 500 μm , en un área de muestreo sobre el fondo de 0,25 m^2 . Las muestras se tomaron en una transecta paralela a la margen del río entre 30 y 40 cm de profundidad. En el laboratorio, se identificaron y contabilizaron las distintas taxa, bajo lupa estereoscópica a nivel de Familia o del nivel taxonómico más bajo posible utilizando guías regionales [12].

Los datos de abundancia de los organismos de la comunidad se estudiaron mediante análisis univariados y multivariados, utilizando los paquetes estadísticos Infostat versión 2016p y PRIMER 6.1 [13] y se calcularon distintos índices indicadores de calidad ambiental, eligiéndose el denominado Biological Monitoring Patagonian Streams (BMPS) [14][15], que mostró un mayor grado de correlación con las variables ambientales.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 El crecimiento poblacional inducido

En enero de 1943 se instalaron los primeros campamentos mineros. Allí se establecen los primeros 54 trabajadores del yacimiento, luego en el año 1945 se incorporan 120 hombres y en 1946 se agregan 265 más. En el año 1947 [1] se encarga a la Universidad de Buenos Aires el proyecto urbanístico que caracteriza a la localidad de Río Turbio. El campamento minero evolucionó hasta convertirse en un poblado tipo *Enclave*, con infraestructura para abastecer tanto a los trabajadores como a sus familiares. En el presente es un municipio con una población de 8840 habitantes.

La presencia del estado provincial se materializó en la zona, con la fundación en el año

1957 de la localidad de 28 de Noviembre. Ubicada a 12,6 km al este de Río Turbio, es el primer centro urbano que alberga todos los estamentos de la administración pública provincial diferenciándose así de la lógica de campamento minero de la localidad vecina. Esta alcanza, en el presente, una población de 6500 habitantes. Es así que, habitan la cuenca superior del Río Gallegos 15.000 personas aproximadamente (Tabla 1). La instalación de estas poblaciones jugó un importante papel en la afirmación de la soberanía [2], en una zona conflictiva en relación a la configuración de los límites con la República de Chile. La economía de estas localidades posee una gran dependencia de dos actividades: la minería y el empleo público, La empresa carbonífera llegó a tener una dotación de 3900 trabajadores en 1985, 2300 en 1990 y 1100 en 1993 [2]. La reducción de la planta en el año 1993 se produce por la sustitución de empleos directos por contratos.

Año	1960	1970	1980	1991	2001	2010
Río Turbio	3506	4354	7768	6746	6650	8814
28 de Noviembre		812	1751	3317	4886	6145

Tabla 1. Evolución demográfica de las localidades de Río Turbio y 28 de Noviembre. Fuente censos 2001 – 2010. Estimaciones Dirección Provincial de Estadísticas y censos.

Si estimamos como relación de mínima, que se generan dos empleos indirectos por cada empleo directo, queda establecida la fuerte dependencia que existe con la actividad extractiva. En el año 1993, el 31,6% de la población trabajadora dependía de la minería [3]. Es así que podemos predecir las consecuencias negativas que tendría el fin de la actividad minera sobre la matriz socio-productiva de la región.

Una nueva reactivación económica se inició con la construcción de la usina termoeléctrica. La empresa ejecutora de la obra estimó en 5000 a los trabajadores relacionados con la construcción. A los efectos de denotar el impacto positivo que tuvo esta obra, se analizaron las solicitudes de habilitación de comercios presentadas en la municipalidad de Río Turbio. Desde el año 1976 al 2000 se registraron 53 pedidos de habilitación comercial, mientras que desde el 2001 al 2015 se solicitaron habilitaciones para 197. Estos comercios, se abrieron al impulso de atender las necesidades generadas a partir de la obra mencionada por lo cual sus perspectivas de continuidad se ven seriamente cuestionadas.

3.2 Impacto sobre las geoformas

Como se mencionara, el primer campamento minero se estableció en el valle del arroyo Santa Flavia, donde se inició la extracción de carbón (Mina 1). Posteriormente se instalaron, en las terrazas estructurales que conforman el interfluvio de los arroyos Santa Flavia y San José, las áreas administrativas de la empresa, residencias para los operarios, técnicos y directivos, locales para el abastecimiento doméstico, sistemas de calderas y servicios comunitarios. La infraestructura industrial se instaló principalmente sobre la planicie de inundación del Arroyo San José, donde también se construyó un embalse, se instaló la planta depuradora del carbón, la primera usina térmica y el complejo ferroviario. Allí se

dispusieron miles de metros cúbicos de estériles provenientes de la mina y de la planta depuradora. La infraestructura urbana fue avanzando sobre las planicies aluviales de los cursos de agua. Estas planicies representan uno de los sitios con mayor potencial agropecuario de la región y son también las áreas de mayor sensibilidad ecológica, tanto por el uso que le da la fauna silvestre (alimentación, nidificación, etc.) como por la fragilidad de sus suelos y cobertura vegetal.

En esta unidad de paisaje se instalaron: la planta de tratamiento de efluentes cloacales, distintas líneas eléctricas, comercios, viviendas y distintas vías de circulación, incluyendo los accesos al pueblo. En la confluencia del arroyo San José y el río Turbio funciona una cantera donde se extraen y lavan áridos. En el paraje Julia Dufour se modificó la planicie y el cauce del río Turbio, a los efectos de emplazar la nueva usina térmica en una superficie de 20 ha. La localidad de 28 de Noviembre se desarrolla dentro y sobre la planicie de inundación del valle del río Turbio. En todos los casos, el avance sobre la planicie significó la modificación de la morfometría de los cauces y con ello la alteración de sus parámetros hidráulicos. Los cambios introducidos a la dinámica del agua dentro de los suelos de las vegas condujeron a su drenaje, salinización y a pérdida de cobertura vegetal y de suelos. En las terrazas y laderas de los valles se desarrollaron explanadas para la instalación de infraestructura industrial. Las excavaciones para instalaciones como el polvorín, los accesos al complejo minero y la línea ferrea modificaron las bajadas y aluviones. Al oeste de Río Turbio se desarrolló una explotación a cielo abierto aún visible. En el presente, las actividades urbanas han sustituido en magnitud, como fuentes de impacto, a las industriales, haciéndose un uso extensivo del espacio y avanzando con infraestructura sobre sectores que habían quedado preservados de la actividad industrial. En el sector de Mina 1 se instaló un complejo turístico con cabañas, hosterías y pista de esquí. A lo largo del valle del río Turbio se construyeron instalaciones deportivas, recreativas y industriales y ganaderas, modificando la dinámica del lecho del río y de su planicie de inundación. Las restricciones espaciales que la topografía y el relieve implican para la expansión urbana y la anárquica superposición de jurisdicciones (estatal nacional, provincial y municipal) determinó la ocupación y modificación de espacios, con altos factores de riesgo ambiental y geológico [16].

3.3 Impactos sobre las aguas superficiales

Las actividades urbanas e industriales se concentraron, dado el relieve de la región, sobre los valles. Los desvíos y rectificación de los cauces alteraron los parámetros hidráulicos y fisicoquímicos. Los cambios de la sección y la pendiente de los ríos modificaron la velocidad de las aguas y la carga del lecho. Los patrones meandriformes y/o entrelazados de los cursos se transformaron en rectilíneos tras la unificación de los distintos cauces que fluían sobre la planicie aluvial. Los sedimentos finos de los lechos fueron movilizados exponiéndose grandes sectores de gravas y se generaron nuevos depósitos aguas abajo por el incremento de la carga en suspensión. Para garantizar la provisión de agua a la usina y a la planta depuradora, se construyó un embalse en el arroyo San José, alterándose la dinámica de la totalidad de su cuenca.

El primer impacto significativo causado por la industria minera fue el acopio y lavado de carbón que se realizaba en Mina 1 sobre el Arroyo Santa Flavia. Sin embargo, uno de los mayores impactos sobre los cursos de agua fue la disposición dentro del valle del arroyo San José del material estéril de la mina y el vertido directo al cauce de los efluentes producto de la depuración del carbón y del agua de mina. La planta que separaba el carbón del estéril mediante un proceso de suspensión en medio denso (usaba magnetita como densificante), volcó durante más de 50 años sus efluentes al arroyo. El efluente estaba compuesto por sedimentos limo arcillosos, carbonato de calcio (Calcita y Dolomita), restos de carbón de diferentes tamaños, magnetita (FeO_2) y agua. Se llegaron a medir en el punto de vuelco concentraciones de 360 gr/l de sólidos en suspensión [17], cuando el límite permitido es de 1×10^6 $\mu\text{g/l}$ [18]. Otros autores señalan también las alteraciones químicas producidas por la mina [7]. Los análisis realizados sobre las aguas (Tabla 2) indicaron en el sitio 5 (S5), el de mayor incidencia de la actividad minera (respecto a un sitio testigo (S8) ó blanco), incrementos significativos en los siguientes parámetros: DQO, conductividad, sólidos totales, salinidad y dureza. Dentro de los metales, el hierro es el que mayor incremento registró, producto del aporte de Magnetita desde la planta. Los depósitos de estériles fueron estudiados en relación a su potencial de generación de drenaje ácido de mina (DAM) [8][9], detectándose un alto potencial en las escombreras más antiguas. Sin embargo, se detectaron escasas diferencias de pH en los cursos de agua aledaños, donde los valores fueron cercanos a 7. La velocidad de producción ácida es controlada por factores como la temperatura, el pH, la mineralogía de los estériles o roca de caja, el área superficial de las partículas de sulfuro y la actividad biológica [19] entre otros. En la zona, las bajas temperaturas promedio y la composición del estéril, con abundante presencia de minerales y fósiles carbonáticos, pueden estar generando reacciones de neutralización que morigeran este impacto.

Parámetro	Unidades	Sitio 5		Sitio 8	
		Prom(\pm ds)	Mín-Máx	Prom(\pm ds)	Mín-Máx
Temperatura	°C	7,92(\pm 3,44)	3,1-11	8,40(\pm 4,39)	3,5-14
pH	upH	7,35(\pm 0,07)	7,28-7,42	7,34(\pm 0,27)	7,12-7,73
Velocidad promedio	m/S	0,71(\pm 0,35)	0,42-1,19	0,49(\pm 0,35)	0,15-0,97
Conductividad	$\mu\text{S/cm}$	433(\pm 41,80)	389-488	95,23(\pm 26,79)	71,4-123,5
Sólidos Totales	mg/l	595,33(\pm 432,63)	259-1178	67,25(\pm 15,35)	46-79
Cloruro	mg/l	16,73(\pm 1,24)	15,6-18,5	7,62(\pm 0,79)	6,8-8,6
Dureza (CaCO_3)	mg/l	140,2(\pm 7,45)	129,4-146,4	45,7(\pm 7,13)	35,8-51,7
Fosfatos (PO_4)	mg/l	0,085(\pm 0,03)	0,05-0,11	<0,05	
Turbidez	UNT	340(\pm 199,37)	169-549	5,55(\pm 1,63)	3,49-7
DBO	mg/l	30,25(\pm 6,18)	23-38	20(\pm 10,1)	10-34
DQO	mg/l	208,8(\pm 141,87)	5-334	3,5(\pm 2,12)	2-5
Oxígeno Disuelto	mg/l	10,78(\pm 2,87)	8,4-14,8	11,45(\pm 2,58)	9,8-15,3
Cobre	mg/l	<0,1		<0,1	

Cromo Total	mg/l	<0,05		<0,05	
Hierro Total	mg/l	11,5(±2,22)	9,12-14,11	0,4(±0,13)	0,22-0,52
Manganeso	mg/l	0,39(±0,01)	0,38-0,41	<0,05	

Tabla 2: Parámetros fisicoquímicos analizados en el sitio de mayor afectación (S5) y en un sitio testigo aguas arribas de las actividades urbanas e industriales.

3.4 Impactos sobre la biota acuática

En la cuenca superior del río Gallegos, no se habían realizado hasta el presente estudios sobre los impactos, que la actividad minera o urbana pudieran producir sobre la biota acuática. Por ello, se analizó la comunidad de macroinvertebrados bentónicos, en los mismos sitios donde se obtuvieron las muestras de agua [20], dado que este componente del ecosistema acuático ha demostrado tener una alta sensibilidad a las alteraciones ambientales. Los datos de abundancia de los diferentes macroinvertebrados se analizaron estadísticamente, encontrándose cambios significativos en la composición de la comunidad entre los sitios testigos (S8 y S1) y los sitios más impactados por la industria extractiva (S5) [13]. Se analizaron también distintos índices de calidad ambiental seleccionándose, para este trabajo, el Biological Monitoring Patagonian Streams (BMPS) [14][15]. Este índice mostró un marcado decrecimiento en los sectores más impactados (S5) respecto a los sitios testigos (Tabla 3) y una significativa correlación negativa con la mayoría de las variables ambientales vinculadas al impacto (Tabla 3). En cuanto a los cambios en la comunidad de macroinvertebrados, si bien la cantidad de individuos totales no disminuyó sino que incluso se incrementó en el sitio problema, se observó un pronunciado decrecimiento en el número de taxones presentes (S) (Tabla 4).

	pH	C	ST	CL	Du	Turb	DQO	Fe
BMPS	-0.86*	-0.79*	-0.78*	-0.36	-0.88*	-0.67	-0.75*	-0.88*

Tabla 3: Coeficientes de correlación de Spearman entre el índice BMPS y las variables ambientales. C, conductividad; ST sólidos totales; D, dureza; DQO, demanda química de oxígeno; Fe, concentración de Hierro. * Nivel de

Índice/Sitios	1	2	3	4	5	6	7	8
BMPS	49.50	41.75	28.25	35.75	8.0	23.5	17.25	36.33
S	10.5	10.0	6.5	9.0	3.0	5.75	4.75	7.67
Abundancia	392.75	723.50	484.75	2665.75	1696.50	2177.50	722.25	84.67

significancia ($p < 0,05$).

Tabla 4: Promedio del Índice BMPS, número de taxones (S) y abundancia total de individuos en la comunidad de macroinvertebrados.

Se establecieron cinco categorías [14] para el índice BMPS que indican la calidad del agua de un recurso hídrico. Según la escala propuesta para el índice BMPS por estos autores, el recurso hídrico en el área de estudio presenta valores que indican agua fuertemente contaminada (S5) a contaminación probablemente incipiente en los sitios 1, 2 y 8. Si bien, no

se pudo realizar una discriminación clara entre las distintas fuentes de impacto en la zona, las características ambientales de los sitios y la relación variable – emisor permitieron identificar un aporte importante proveniente de las distintas unidades que operan en el sector industrial minero.

4. CONCLUSIONES

En la actualidad, las localidades de la cuenca carbonífera han adquirido una dinámica claramente urbana, con problemáticas típicas de poblaciones en crecimiento. Sin embargo, no se puede ignorar su elevada interdependencia con la industria minera. El asentamiento poblacional, su flujo y sus fluctuaciones, son regulados por las oportunidades de trabajo alrededor de la minería, ya sea en forma directa o indirecta. Es por ello, que el asentamiento y el crecimiento poblacional puede ser clasificado como *Inducido* estableciéndose un impacto crítico de alta magnitud sobre el entramado social ante un eventual cierre de mina.

El asentamiento humano y del complejo minero en un espacio ecológicamente sensible, sin planificación y sin una buena praxis ambiental, generó la degradación del ambiente afectando su dinámica y los cuerpos de agua superficiales, tanto en sus variables morfológicas como fisicoquímicas, poniendo ello en riesgo la biota que vive en sus aguas y en sus márgenes. La tendencia observada es un avance continuo sobre los valles de los ríos, tanto con infraestructura urbana como industrial, así como que se agravarán los impactos causados por la disposición de estériles y cenizas dentro del valle del arroyo San José.

Si bien se ha avanzado en la realización de estudios ambientales, no se vislumbra aún una aplicación de sus conclusiones que detenga y revierta el deterioro del ambiente. Las formas de ocupación del suelo, sin considerar su dinámica y sus condiciones ecológicas y la falta de tratamiento efectivo de los efluentes urbanos e industriales marcan una tendencia negativa en la relación del hombre y el ambiente en la cuenca superior del Río Gallegos.

5. REFERENCIAS

- [1] Zocola E. P.: Río Turbio. Gesta del Carbón Argentina. 1943 – 1973. Ministerio de Economía, Secretaría de Estado de la Energía. Yacimientos Carboníferos Fiscales. Bs. As. Pp. 111. (1973)
- [2] Vidal, H. J: La frontera después del ajuste. De la Producción de Soberanía a la producción de ciudadanía en Río Turbio. Cuadernos para el Debate N° 1. Programa de Investigaciones Socioculturales en el Mercosur. Instituto de desarrollo económico y Social IDES. Pps. 21. (1998).
- [3] Salvia, A., Fette, E. y Aranciaga, I.: Crisis y Reestructuración en el Complejo Minero de Río Turbio. Pps 141-169. Ed. La Colmena. Buenos Aires. (1999)
- [4] Súnico, A.: La Minería. M:J: Haller: Geología y Recursos Naturales de Santa Cruz. Relatorio del XV Congreso Geológico Argentino. El Calafate IV-I 665-677. Buenos Aires. (2002).
- [5] Labarthe G.: Globalización, ajuste y carbón en la cuenca carbonífera del Río turbio. UNPA Edita, Universidad Nacional de La Plata, Santa Cruz Argentina. (2014).
- [6] Estudio De Impacto Ambiental Central Termoeléctrica A Carbón Rio Turbio, Santa Cruz.

- Informe Final. Isolux Corsan UTE, Consultora Serman & asociados S.A, (2009).
- [7] Esteves J. L, Gil, M. y Harvey, M – Evaluación de la contaminación por metales en sedimentos en suspensión en la cuenca Turbio - Gallegos. Fundación Patagonia Natural- Informe Técnico NRO 12 - ISSN N° 0328 – 462X – (1996).
- [8] Caballero A. L. (a) Valoración del Impacto de efluentes Mineros Industriales en el Arroyo San José de Río Turbio en Santa Cruz. Tomado ICT – UNPA. (2009)
- [9] Caballero, A. L. (b) Diferenciación de efluentes mineros industriales del carbón y poblaciones mediante el uso de la estadística multivariada. Res.N° 0467/09-R-UNPA. (2009)
- [10] Asueta, R; Súnico, A; Vallejos,J; Martin, J.P; Franciscovic, K; Guglielminetti, G; Aguas, P.S. Macroinvertebrados de la Cuenca del río Gallegos, Santa Cruz. Su Asociación con la Calidad Ambiental. Ponencia en 4° Congreso de Ciencias Ambientales COPIME 2013. (2013).
- [11] Fernández, H. R. y Domínguez, E. Guía para la determinación de los artrópodos bentónicos sudamericanos. Universidad Nacional de Tucumán. 282 pp. (2001)
- [12] Prat, N., Ríos, B. y Acosta, R.; Rieradevall, M. Los Macroinvertebrados como Indicadores de Calidad de Aguas. Macroinvertebrados Bentónicos Sudamericanos. Capítulo 20. Fundación Miguel Lillo.(2008).
- [13] Asueta, R, Súnico, A. Martin, J. P. y Sierpe, C. Evaluación de la calidad ambiental mediante macroinvertebrados en un recurso hídrico afectado por la minería del carbón. Cuenca superior del río gallegos – santa cruz. IV PROIMCA. Bahía Blanca. (2017)
- [14] Miserendino, M. L.; y Pizolon, L. Un índice biótico de calidad de aguas corrientes para la región andino-patagónica. Resumen do II Congreso Latinoamericano de Ecología. Pp 39-40. (1992)
- [15] Miserendino, M. L.; y Pizolon, L.. Rapid assessment of river water quality using macroinvertebrates: a family level biotic index for the Patagonic Andean zone. Acta Limnol. Bras. 11:137-148. (1999)
- [16] Pereyra, F, Boujon M, Gómez, A., Tello, N., María I. Tobío, M. y Lapidó, O. Estudio geocientífico aplicado a la evaluación de las aptitud para la urbanización en la Cuenca Carbonífera de Río Turbio, Santa Cruz. Revista de la Asociación Geológica Argentina 66 (4): 505 - 519 (2010) 505. (2010)
- [17] Proyecto de Asistencia Técnica al Sector Minero (PASMA). Línea de Base Ambiental. Informes Técnicos. Secretaria de Minería de la Nación. Dirección Provincial de Minería de Santa Cruz. Lakefield Research Consult. (2001)
- [18] Ley Nacional 24585. De la Protección Ambiental para la Actividad Minera. Regulaciones Complementarias. Presupuestos Mínimos. Niveles Guías para la Protección de la Vida Acuática en Aguas Dulces Superficiales.
- [19] Van Huyssteen Errol,: Reseña del Drenaje Ácido de Minas en el Contexto de una Rehabilitación de un Emplazamiento Minero. Lineas de Base. Un Manual de Referencias. Primera Edición CANMET/MMSL – INTEMIN. (1998)
- [20] Asueta R., Tesis de Maestría UNPA. Análisis de macroinvertebrados bentónicos en la cuenca superior del río Gallegos – Santa Cruz. Su aplicación para la evaluación de la calidad ambiental de un recurso hídrico afectado por la extracción de carbón (2017)”.