

PROYECTO VALENTINES

-Minera Aratirí-

Extracción y Beneficiamiento de Mineral de Hierro, Mineroducto y
Terminal Portuaria

Solicitud de Autorización Ambiental Previa

ANEXO L - EIA-MARINO

L.2 - Evaluación de descarga al Océano





**Minera Aratirí,
Zamin Resources,
Uruguay**

**Proyecto de Mineral de Hierro
Valentines, Evaluación de
Descarga al Océano**

Informe preparado para:

Minera Aratirí, Zamin Resources
Juncal 1385 Piso 15
Montevideo, Uruguay

Informe preparado por:

EcoMetrix Incorporated
6800 Campobello Road
Mississauga, Ontario
Canada. L5N 2L8

Ref. 11-1833
Septiembre de 2011



**Minera Aratirí,
Zamin Resources,
Uruguay**

**Proyecto de Mineral de Hierro
Valentines, Evaluación de
Descarga al Océano**

A handwritten signature in black ink, appearing to read "Bruce T. Rodgers", is positioned above a horizontal line.

Bruce T. Rodgers, M.Sc., P.Eng.
Principal

EcoMetrix Incorporated
6800 Campobello Road,
Mississauga, Ontario.
Canada. L5N 2L8

Telephone: 905-794-2325, ext. 248
Fax: 905-794-2338
Email: brodgers@ecometrix.ca

ÍNDICE

1.0	INTRODUCCIÓN	1.1
2.0	MÉTODO DE EVALUACIÓN.....	2.1
2.1	Calidad del Agua en la Línea de Base.....	2.1
2.2	Características Físicas del Medioambiente Marino	2.1
2.3	Modelos Matemáticos	2.3
2.4	Características del Vertido	2.3
2.5	Calidad del Agua de Descarga	2.4
	2.5.1 Estándares de Descarga en la Etapa Final de la Tubería	2.5
	2.5.2 IFC-EHS (2007) Normas para los Efluentes de Las Minas	2.7
3.0	IMPACTOS RELACIONADOS CON LA CALIDAD DEL AGUA	3.1
3.1	Fase Construcción	3.1
3.2	Fase Operación.....	3.1
	3.2.1 Actividades del proyecto relacionadas.....	3.1
	3.2.2 Identificación, caracterización y análisis del impacto.....	3.1
3.3	Fase Cierre y Abandono	3.2
3.4	Evaluación los Impactos Residuales y Conclusiones	3.2

LISTADO DE TABLAS

Tabla 2-1:	Resumen de la calidad del agua en la línea de base (enero de 2011).....	2.2
Tabla 2-2:	Características físicas del difusor propuesto	2.4
Tabla 2-3:	Estándares de Calidad en la Etapa Final de la Tubería, tomado del Artículo 11 del Decreto 253/79.....	2.6
Tabla 2-4:	Normas para los Efluentes de las Minas de la IFC-EHS (2007).....	2.7
Tabla 3-1:	Calidad del agua prevista a 50 m y a 500 m del difusor	3.2

LISTADO DE FIGURAS

Figura 2-1:	Concentración de arsénico prevista en agua desaguada durante la fase de operaciones.....	2.5
-------------	--	-----

1.0 INTRODUCCIÓN

EcoMetrix Incorporated (EcoMetrix) fue contratada por Zamin Resources, Minera Aratirí (ZMA) para proporcionar una evaluación preliminar de los efectos potenciales en la calidad del agua asociados con la descarga propuesta del exceso de agua de la Represa de Agua Bruta (WSF) hacia el Océano Atlántico. El Memorando Técnico presenta esta evaluación a continuación.

2.0 MÉTODO DE EVALUACIÓN

Las secciones siguientes presentan una descripción general del método de evaluación. Se incluye revisiones de los siguientes aspectos: evaluación de la línea de base de la calidad del agua del Océano Atlántico dentro de las áreas aledañas a la terminal portuaria; las características físicas del medioambiente marino; el modelo matemático usado para la evaluación; la configuración propuesta para el difusor; y la calidad de la descarga.

2.1 Calidad del Agua en la Línea de Base

En la Tabla 2-1 se presenta una síntesis de las condiciones de calidad del agua en la línea de base, correspondientes a determinados parámetros analíticos de interés en relación con el medio marino en las cercanías de la terminal portuaria. Las estadísticas se extrajeron de todas las muestras recolectadas durante el programa de campo de enero de 2011.

2.2 Características Físicas del Medioambiente Marino

En el Anexo K se describen las características técnicas del medio marino. En pocas palabras, la zona de la terminal portuaria se encuentra localizada a lo largo de una porción expuesta de la costa uruguaya. Los vientos soplan predominantemente del SO y el NE, direcciones alineadas aproximadamente en paralelo a la línea costera. Las olas normalmente superan los 2 m (el 41% del tiempo) y en ocasiones llegan a superar los 6 m. Las corrientes que fluyen surgen de las corrientes cálidas geostróficas de Brasil, la Corriente Fría de Malvinas y las fuerzas del viento local. Las corrientes superficiales tienden a ser más fuertes que las corrientes del fondo y normalmente son inferiores a 0,5 m/s. La profundidad del agua es de aproximadamente 10 m a 0,8 km de la costa y aumenta a aproximadamente 15 m a 2 km de la costa.

Tabla 2-1: Resumen de la calidad del agua en la línea de base (enero de 2011)

Parámetros estéticos	Unidades	Conteo	Mínimo	50° percentil	75° percentil	Máximo
Color no natural	UC	42	<5	5	10	50
Turbidez	NTU	42	1,4	3,7	6,9	40,0
Parámetros convencionales						
Temperatura	°C	42	16	18	20	23
Sólidos suspendidos totales	mg/L	42	5	12	24	195
pH	-	42	7,5	7,8	8,0	8,2
Conductividad	mS/cm	42	49	50	50	50
Salinidad	-	42	31	31	31	31
Sólidos disueltos totales	mg/L	42	25	38	44	73
DBO	mg/L	42	0,8	1,6	1,9	2,6
Oxígeno disuelto	mg/L	42	2,8	4,9	5,9	7,0
Aceite y grasa	mg/L	41	<1	<1	<1	4
Alcalinidad	mg/L	42	79	110	110	110
Bicarbonato	mg/L	42	91	130	140	140
Carbonato	mg/L	42	<0,5	<0,5	<0,5	3,9
Cianuro	mg/L	42	<0,002	<0,005	<0,005	0,019
Sustancias fenólicas	mg/L	12	<0,01	<0,01	<0,01	0,02
Cloruro	mg/L	42	17.000	19.000	19.000	20.000
Sulfato	mg/L	42	1.600	2.900	2.900	3.000
Microbiológico						
Coliformes fecales	FC/100 mL	42	<1	<1	<1	12
Nutrientes						
Nitrito	mg/L	40	<0,011	<0,011	0,145	0,890
Nitrato	mg/L	42	<0,006	0,04	0,07	0,88
Amoníaco	mg/L	42	<0,016	<0,016	<0,016	0,033
Fósforo total	mg/L	42	0,052	0,100	0,101	0,228
Ortofosfato	mg/L	42	<0,005	0,024	0,026	0,07
Metales						
Arsénico	mg/L	41	0,001	0,002	0,002	0,002
Boro	mg/L	42	4,0	4,6	4,8	5,7
Cadmio	mg/L	42	<0,0001	0,0002	0,0003	0,0004
Cobalto	mg/L	42	<0,0001	0,0003	0,00200	0,00200
Cobre	mg/L	42	<0,0005	0,001	0,002	0,006
Cromo total	mg/L	42	<0,0001	0,0006	0,001	0,002
Magnesio	mg/L	39	1,1	1,4	1,4	1,5
Manganeso	mg/L	42	0,003	0,011	0,029	0,155
Mercurio	mg/L	18	<0,00002	0,00003	0,00004	0,00006
Molibdeno	mg/L	42	0,001	0,007	0,010	0,012
Níquel	mg/L	42	0,0003	0,0009	0,001	0,001
Plomo	mg/L	42	0,0004	0,002	0,002	0,008
Zinc	mg/L	42	0,002	0,012	0,019	0,048
Selenio	mg/L	42	<0,0005	<0,0005	<0,001	<0,001
Hierro	mg/L	42	0,01	0,09	0,21	0,52

2.3 Modelos Matemáticos

En ausencia del difusor mismo, en general se acepta que los modelos matemáticos de campo cercano son el método más confiable para evaluar los posibles cambios ambientales asociados con un vertido. En el presente análisis, se ha usado el paquete de modelización denominado CORMIX (*Cornell Mixing Zone Expert System*, Sistema Experto de Zona de Mezcla de Cornell). El CORMIX fue desarrollado por la Universidad de Cornell (Akar y Jirka, 1990) y en la actualidad es distribuido por una compañía independiente. El modelo contiene una serie de submodelos que se aplican a una amplia gama de tipos y configuraciones de difusores. Los submodelos específicos que se usaron son el CORMIX 2 --para la evaluación de difusores sumergidos costa afuera con aberturas múltiples, y el CORMIX 1, para la evaluación individual de las boquillas.

El CORMIX es un paquete de modelización ampliamente reconocido que se usa para analizar las características de mezclado de un vertido dentro de un entorno natural receptor, tal como un río o un estuario. El modelo requiere información referida al medio ambiente, las características del vertido y la configuración del difusor para estimar la concentración de efluente en el ambiente aguas abajo. Típicamente los datos de entrada al modelo comprenden: caudal, temperatura, geometría del río, caudal del vertido, densidad y calidad del efluente, ubicación del difusor, longitud, orientación, número de bocas de salida y diámetro de las mismas. Las características de mezclado se calculan utilizando principios de la física referidos a la boyancia, conservación de la masa y conservación del momento. Pueden encontrarse mayores detalles del modelo CORMIX en www.cormix.info.

El modelo de campo cercano se usa con dos propósitos principales. Primero, brinda una base para estimar las características de mezclado de un difusor, y en consecuencia, una base para evaluar diseños alternativos para lograr el desempeño óptimo. Segundo, brinda una base para cuantificar el cambio posible en la calidad del agua dentro de la zona del campo cercano que rodea al difusor y así contar con una base para evaluar los posibles efectos ambientales.

2.4 Características del Vertido

El exceso de agua proveniente de la Represa de Agua Bruta descargará al océano a través de un difusor sumergido con aberturas múltiples, localizado costa afuera. En la Tabla 2-2 puede encontrarse un resumen de las especificaciones propuestas para el difusor. La configuración exacta puede sufrir alteraciones según el diseño final, pero los cambios en el diseño no alterarán el desempeño ambiental del difusor.

Tabla 2-2: Características físicas del difusor propuesto

Longitud de la tubería del emisario	Aproximadamente 2.500 m
Profundidad del agua en el lugar	Aproximadamente 15 m
Longitud del difusor	50 m
Orientación del difusor	Aproximadamente a 90° de la costa
Orientación horizontal de las bocas	Vertical
Número de montantes	6
Número de bocas de salida por montante	1
Diámetro de boca de salida	0,15 m
Profundidad del agua	Aproximadamente 15 m
Caudal	Aproximadamente 0,4 m ³ /s

Nota: La configuración del difusor es aproximada y está sujeta al diseño final.

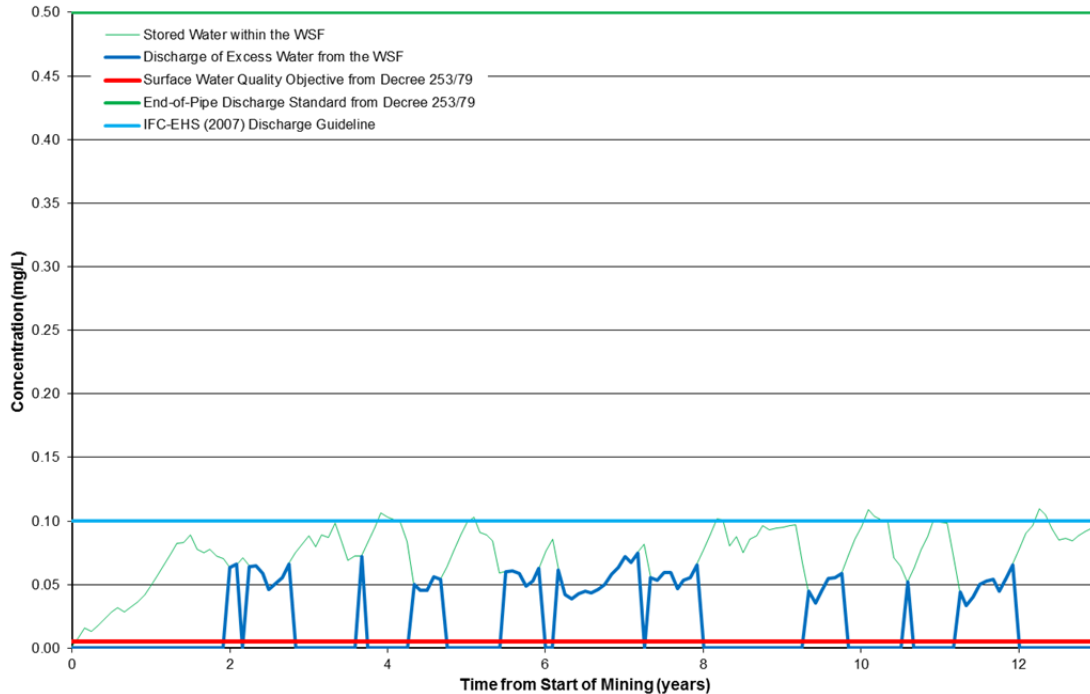
La configuración propuesta para la descarga comprende la tubería de emisión de 2.500 m, que se extenderá desde la línea de la costa en una profundidad de aproximadamente 15 m bajo el agua. La tubería de 50 m correspondiente al difusor se extenderá más allá de la tubería de emisión y contará con seis montantes verticales espaciados entre sí a una distancia de 10 m. Cada montante tiene un diámetro de boca de 0,15 m con el objeto de inducir la mezcla.

La configuración propuesta para el difusor ofrece un alto grado de mezcla inicial en la vecindad inmediata del difusor. Las predicciones de los modelos, realizados utilizando CORMIX, estiman una dilución de 250:1 dentro de una distancia de 50 m del difusor en condiciones extremas. La dilución aumenta hasta alcanzar aproximadamente una relación de 400:1 a una distancia de 500 m del difusor.

2.5 Calidad del Agua de Descarga

La calidad del agua de descarga proveniente de la Represa de Agua Bruta puede ser inferior a la de la línea de base. EcoMetrix (Anexo G.4) estimó la posible calidad del agua en la Represa de Agua Bruta. Los resultados indican la posibilidad de niveles elevados de arsénico, níquel y zinc. Como se ilustra en la Figura 2-1, la concentración de arsénico en el agua de descarga permanece por debajo de lo estipulado en el Decreto 253/79 para el estándar al final de la tubería, es decir 0.5 mg/L y de las guías de descarga estipulado por la IFC-EHS de 0.1 mg/L.

Figura 2-1: Concentración de arsénico prevista en agua desaguada durante la fase de operaciones



2.5.1 Estándares de Descarga en la Etapa Final de la Tubería

Existen varias normativas que otorgan las autorizaciones para el vertido de efluentes, el más notable es el Decreto 253/79, el cual define los límites de descarga de los efluentes.

El Artículo 11 de Decreto 253/79 establece las normas para la calidad de los efluentes vertidos a los cauces naturales de agua. La Tabla 2-3 resume estas normas. Existen otras normas para descargas en la etapa final de las tuberías hacia sistemas públicos de alcantarillados, causas de aguas naturales e infiltraciones al suelo.

Como mínimo, se requiere que descarga de aguas provenientes de las operaciones mineras cumplan con la norma de descarga en la etapa final de la tubería Clase 2 – descarga directa hacia los cauces naturales de agua.

Tabla 2-3: Estándares de Calidad en la Etapa Final de la Tubería, tomado del Artículo 11 del Decreto 253/79

Parámetro	Unidades	Notas	Clase 2, descarga directa
Físico			
Caudal	-	-	max caudal < 1.5 x caudal medio
Parámetros Estéticos			
Olor	-	-	-
Material Flotante	-	-	ausente
Color no-natural	PtCo	max	-
Turbiedad	NTU	-	-
Parámetros Convencionales			
Temperatura	°C	max	30
Temperatura	°C	cambio	2
Sólidos Suspendedos Totales	mg/L	max	150
Sedimentos Sólidos	mL/L	Cono Imhoff	-
Sólidos Totales	mg/L	max	-
pH	-	-	6.0 a 9.0
Conductividad	µS/cm	max	-
Oxígeno Disuelto	mg/L	max	-
DBO	mg/L	max	60
Aceites y Grasas	mg/L	max	50
Detergentes	mg/L	max, como LAS	4
Microbiológico			
Coliformes Fecales	FedFC/100 mL	limite	5,000
Nutrientes			
Nitrógeno o(total)	mg/L	max, como N	-
Nitrato	mg/L	max, como N	-
Amoníaco Libre	mg/L	max, como N	5
Fósforo Total	mg/L	max, como P	5
Toxinas			
Cloratos	mg/L	max	-
Clorofenoles	mg/L	max	-
Cianuro	mg/L	max	1
Sustancias Fenólicas	mg/L	max	0.5
Sulfuros	mg/L	max, como S	1
Metales			
Arsénico	mg/L	max	0.5
Boro	mg/L	max	-
Cadmio	mg/L	max	0.05
Cobalto	mg/L	max	-
Cobre	mg/L	max	1
Cromo Total	mg/L	max	1
Magnesio	mg/L	max	-
Manganeso	mg/L	max	-
Mercurio	mg/L	max	0.005
Molibdeno	mg/L	max	-
Níquel	mg/L	max	2
Plomo	mg/L	max	0.3
Zinc	mg/L	max	0.3
Selenio	mg/L	max	-
Hierro	mg/L	max	-

2.5.2 IFC-EHS (2007) Normas para los Efluentes de Las Minas

Los lineamientos en materia de Medioambiente, Salud y Seguridad son establecidos por la Corporación Financiera Internacional (IFC) para la Industria Minera (IFC-EHS, 2007). La Tabla 2-4 resumen estos valores. Estas normativas sobre la descarga de efluentes no son tan completas como los estándares de descarga estipulados en el Decreto 253/79, pero muchos de los valores de referencia son más restrictivos que los valores del Decreto.

Tabla 2-4: Normas para los Efluentes de las Minas de la IFC-EHS (2007)

Parámetros	Unidades	Valor de la Norma
Parámetros convencionales		
Cambio de temperatura	°C	3
Sólidos Suspendidos Totales	mg/L	50
pH	-	6 a 9
Conductividad	µS/cm	-
DCO	mg/L	150
DBO	mg/L	50
Aceites y Grasas	mg/L	10
Detergentes	mg/L	-
Microbiológico		
Coliformes Fecales	FC/100 mL	-
Nutrientes		
Nitrógeno o(total)	mg/L	-
Nitrato	mg/L	-
Amoníaco Libre	mg/L	-
Fósforo Total	mg/L	-
Toxinas		
Cianuro	mg/L	1
Cianuro Libre	mg/L	0.1
Cianuro WAD	mg/L	0.5
Fenoles	mg/L	0.5
Sulfuros	mg/L	-
Metales		
Arsénico	mg/L	0.1
Boro	mg/L	-
Cadmio	mg/L	0.05
Cobalto	mg/L	-
Cobre	mg/L	0.3
Cromo (VI)	mg/L	0.1
Magnesio	mg/L	-
Manganeso	mg/L	-
Mercurio	mg/L	0.002
Molibdeno	mg/L	-
Níquel	mg/L	0.5
Plomo	mg/L	0.2
Zinc	mg/L	0.5
Selenio	mg/L	-
Hierro(Total)	mg/L	2.0

3.0 IMPACTOS RELACIONADOS CON LA CALIDAD DEL AGUA

3.1 Fase Construcción

Los efectos en la calidad del agua asociados con la construcción del sistema de vertido costa afuera se tratan en la Anexo L.1 en relación a la construcción de otra infraestructura costa afuera.

3.2 Fase Operación

3.2.1 Actividades del proyecto relacionadas

Tal como se expone en la Anexo G.4, el exceso de agua proveniente de la Represa de Agua Bruta se verterá al Océano Atlántico.

3.2.2 Identificación, caracterización y análisis del impacto

Vertido del exceso de agua de la Represa de Agua Bruta

La elevación de la laguna dentro de la Represa de Agua Bruta deberá mantenerse dentro de un rango operativo definido mediante la adición de agua de recarga o del vertido del exceso de agua.

Coffey (Anexo C.4) desarrolló un balance hídrico para la Represa de Agua Bruta. Sus resultados brindan una estimación de la magnitud y la frecuencia de vertido controlado del exceso de agua procedente de la Represa de Agua Bruta. Como conclusiones, cabe mencionar: que es improbable que la Represa de Agua Bruta descargue el exceso de agua durante los primeros años de operación mientras la Represa de Agua Bruta se vaya llenando hasta elevación operativa definida; y que es improbable que la Represa de Agua Bruta vierta excesos de agua durante los meses de verano o durante los años en los cuales las precipitaciones sean inferiores al promedio.

Como principal prioridad, las aguas de la Represa de Agua Bruta se manejarán de tal manera de minimizar el vertido de excesos de agua. Los 21,5 Mm³ de capacidad de almacenamiento de la Represa de Agua Bruta se ajustan a los requerimientos operativos de la mina. Es poco probable que la Represa de Agua Bruta pueda operar sin descargar el exceso de agua durante toda la vida útil del proyecto, aunque se puede manejar de manera tal de minimizar la magnitud y la frecuencia de los vertidos.

Cuando sea necesario, el exceso de agua proveniente de la Represa de Agua Bruta será manejado dirigiendo el caudal de agua de retorno hacia un difusor sumergido localizado aproximadamente 2,5 km costa afuera, en el Océano Atlántico.

Efectos previstos en la calidad del agua

El grado de mezcla alcanzado por el difusor reduce de manera eficaz la concentración del efluente a niveles de traza dentro de una distancia relativamente corta desde el difusor (ver Anexo G.4). Tal como se sintetiza en la Tabla 3-1, las predicciones de salinidad y de concentraciones de sólidos suspendidos totales, amoníaco y metales de traza se reducen hasta llegar a niveles cercanos a las concentraciones encontradas en la proximidad del difusor.

Tabla 3-1: Calidad del agua prevista a 50 m y a 500 m del difusor

Parámetro	Unidades	Calidad supuesta para la descarga	Calidad del agua en la línea de base (75° percentil)	Calidad del agua a 50 m del difusor	Calidad del agua a 500 m del difusor
Salinidad	‰	0.5	31	31	31
SST	mg/L	150	24	25	24
Amoníaco	mg/L	5	0,016	0,036	0,029
Arsénico	mg/L	0.5	0,002	0,004	0,003
Níquel	mg/L	2	0,001	0,009	0,006
Zinc	mg/L	0.3	0,019	0,020	0,020

Difícilmente se podrá distinguir la calidad del agua cerca del difusor del agua existente en el Océano Atlántico. Los sedimentos cercanos al difusor tampoco se verán afectados por la descarga debido al bajo contenido de sólidos del efluente y a la naturaleza del barrido de olas del fondo. La descarga no representará riesgo alguno para la salud humana ni para la biota acuática.

3.3 Fase Cierre y Abandono

Al momento del cierre, se drenará la Represa de Agua Bruta, luego de ello la tubería y el difusor costa afuera saldrán de servicio. Durante el vaciado del agua de la Represa de Agua Bruta, los efectos en la calidad del agua en la zona cercana al difusor serán similares a los descritos durante la etapa de operaciones. Luego de la extracción del agua, no tendrán lugar nuevas descargas al océano.

3.4 Evaluación los Impactos Residuales y Conclusiones

Los siguientes puntos sintetizan los efectos del ducto de lodos en la calidad del agua superficial:

Fase Construcción:

- Los efectos en la calidad del agua asociados con la construcción del sistema de vertido costa afuera se tratan en la Anexo L.1 en relación con la construcción de otra infraestructura costa afuera.

Fase Operación:

- El exceso de agua de la Represa de Agua Bruta será vertido al Océano Atlántico a través de un difusor sumergido con aberturas múltiples, localizado costa afuera a una distancia de aproximadamente 2.500 m de la costa en aproximadamente 15 m de profundidad;
- El grado de mezcla alcanzado por el difusor reduce de manera eficaz la concentración del efluente a niveles de traza dentro de una distancia relativamente corta desde el difusor (una dilución de aproximadamente 250:1 a 50 m y de aproximadamente 400:1 a 500 m).
- La calidad del agua seguirá sin poder distinguirse de la del agua existente en el océano Atlántico;
- Los sedimentos cercanos al difusor no se verán afectados por la descarga debido al bajo contenido de sólidos del efluente y a la naturaleza del barrido de olas del fondo.
- La descarga no representará riesgo alguno para la salud humana ni para la biota acuática;

Fase Cierre y Abandono:

- Las actividades correspondientes al cese de operaciones deberían tener un efecto mínimo en la calidad del agua superficial y los posibles efectos deberían ser similares a los de la etapa de construcción;

Los impactos en la calidad del agua superficial asociados con las actividades de vertido costa afuera no se consideran significativos dado que los posibles efectos son localizados, transitorios, reversibles, tienen una baja probabilidad de ocurrencia y son de escasa magnitud.