



**CIC**

PROGRAMA MARCO PARA LA GESTION  
SOSTENIBLE DE LOS RECURSOS  
HÍDRICOS DE LA CUENCA DEL PLATA,  
EN RELACION CON LOS EFECTOS  
HIDROLÓGICOS DE LA VARIABILIDAD Y EL  
CAMBIO CLIMATICO

PROGRAMA MARCO PARA A GESTÃO  
SUSTENTAVEL DOS RECURSOS HIDRICOS  
DA BACIA DO PRATA, CONSIDERANDO OS  
EFEITOS HIDROLOGICOS DECORRENTES  
DA VARIABILIDADE E MUDANÇAS  
CLIMATICAS

**PROYECTO PILOTO DEMOSTRATIVO PILCOMAYO:  
CONTROL DE LA CONTAMINACION Y EROSION  
EVALUACION FINANCIERA Y ECONOMICA**

**Javier Villanueva Pereira**

Informe Final

**15 de julio de 2005**



## CONTENIDO

	Página
1. INTRODUCCIÓN .....	4
2. ANTECEDENTES .....	5
2.1. IDENTIFICACIÓN DEL PROYECTO .....	6
2.2. UBICACIÓN Y CARACTERÍSTICAS DEL PROYECTO: DIQUE DE COLAS BUEN RETIRO-TASNA.....	6
2.3. DESCRIPCIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL DEL DIQUE DE COLAS BUEN RETIRO- TASNA .....	7
2.4. CAUSAS DEL DETERIORO ESTRUCTURAL DEL DIQUE DE COLAS BUEN RETIRO- TASNA .....	10
2.5. ACCIONES EJECUTADAS Y MEDIDAS DE PREVENCIÓN .....	13
2.6. PROBABILIDAD DE COLAPSO DE LA ESTRUCTURA DEL TÚNEL DEL DIQUE DE COLAS DE BUEN RETIRO-TASNA.....	16
2.7. CONTAMINACIÓN EN CASO DE COLAPSO Y ARRASTRE DE COLAS .....	17
2.8. OTRAS EXPERIENCIAS EN DESASTRES AMBIENTALES EN DIQUE DE COLAS.....	19
2.9. PROBLEMAS ESPECÍFICOS IDENTIFICADOS EN EL DIQUE DE COLAS DE BUEN RETIRO-TASNA.....	22
3. PROYECTO CONTROL Y MITIGACIÓN AMBIENTAL DIQUE DE COLAS BUEN RETIRO- TASNA .....	24
3.1. CARACTERÍSTICAS Y OBJETIVOS DEL PROYECTO.....	24
3.2. PRESUPUESTO DE OBRAS.....	25
3.3. TIEMPO DE IMPLEMENTACIÓN DEL PROYECTO.....	27
3.4. OBRAS DE MANTENIMIENTO DEL PROYECTO.....	28
3.5. ESTIMACIÓN DE COSTOS DE REMEDIACIÓN EN CASO DE UN COLAPSO DEL DIQUE DE COLAS.....	29
4. ANÁLISIS FINANCIERO DEL PROYECTO.....	31
4.1. RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN FINANCIERA .....	33
4.2. ANÁLISIS ECONÓMICO DEL PROYECTO .....	36
4.3. COSTOS ECONÓMICOS.....	37
4.4. RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN ECONÓMICA.....	38



PROGRAMA MARCO PARA LA GESTION  
SOSTENIBLE DE LOS RECURSOS  
HÍDRICOS DE LA CUENCA DEL PLATA,  
EN RELACION CON LOS EFECTOS  
HIDROLÓGICOS DE LA VARIABILIDAD Y EL  
CAMBIO CLIMATICO

PROGRAMA MARCO PARA A GESTÃO  
SUSTENTAVEL DOS RECURSOS HIDRICOS  
DA BACIA DO PRATA, CONSIDERANDO OS  
EFEITOS HIDROLOGICOS DECORRENTES  
DA VARIABILIDADE E MUDANÇAS  
CLIMATICAS

<b>5. DATOS MACROECONÓMICOS Y ESTIMACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO. ....</b>	<b>40</b>
<b>5.1. SITUACIÓN MACROECONÓMICA Y SOCIAL .....</b>	<b>40</b>
<b>5.2. ESTIMACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO.....</b>	<b>43</b>
<b>6. CONCLUSIONES .....</b>	<b>45</b>
<b>7. BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>47</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>48</b>
<b>ANEXO 1: DETALLE DE LOS COSTOS DEL DIQUE DE COLAS BUEN RETIRO TASNA .....</b>	<b>49</b>
<b>ANEXO 2: EVALUACIÓN ECONÓMICA FINANCIERA.....</b>	<b>55</b>



## **1. Introducción**

El presente documento corresponde al Informe de Evaluación Económico-Financiero del Proyecto Piloto Demostrativo Pilcomayo. Su contenido surge de las pautas expresadas en los términos de referencia de la consultoría individual, las reuniones sostenidas en la ciudad de Montevideo-Uruguay y finalmente de los proyectos identificados en el informe técnico del consultor asignado a este componente.

El objetivo del presente documento es elaborar un informe de Evaluación que permita determinar la factibilidad económica-financiera del proyecto, relacionado al componente: Prevención y Mitigación de la contaminación Minera “Proyecto Control y Mitigación Ambiental Dique de Colas Tasna Buen Retiro” y el desarrollo en términos teóricos de la estructura de valuación económica financiera con una clara definición de los beneficios y beneficiarios involucrados en el proyecto.

Se toman en cuenta diferentes puntos de vista en la evaluación; se analiza el flujo de caja desde el punto de vista de la Inversión Total que ve el “proyecto como tal” sin incluir el financiamiento, del Propietario del proyecto y desde el punto de vista económico con y sin financiamiento.

El estudio consta de 9 capítulos incluida la presente introducción, el segundo y tercer capítulos desarrollan los antecedentes y datos generales del proyecto, así como una justificación de la problemática existente en el sector y de las posibles consecuencias ambientales en la eventualidad que no se ejecute el proyecto de referencia. El cuarto y quinto capítulo evalúan la factibilidad financiera y económica del proyecto así como los parámetros y supuestos para su evaluación. El sexto acápite expone algunos datos macroeconómicos del país y del Departamento de Potosí (lugar donde se ubica el proyecto), con el objetivo de realizar una estimación de los posibles impactos medioambientales que se originan a partir de la contaminación minera. Finalmente, la



última sección contiene las conclusiones y anexos y bibliografía utilizada para la presente evaluación.

## **2. Antecedentes**

De acuerdo a la concepción original del componente, el proyecto fue concebido en base a la identificación de dos temas críticos “calidad del agua” y “erosión, transporte y sedimentación”. Como fue mencionado en el informe técnico, la calidad del agua es afectada principalmente por las operaciones mineras pasadas (una vez que existe pasivos ambientales) y actuales. También los mismos generaron y generan sedimentos que son arrastrados a lo largo de los cauces de agua en épocas de lluvia. La implementación de acciones para reducir la contaminación minera, implica la incorporación de un sistema de monitoreo para evaluar las mismas.

El proceso de la erosión, transporte y sedimentación de los ríos tiene, básicamente, su origen en las actividades agropecuarias, donde la cría de ganado afecta significativamente a la reducción de la cobertura vegetal, una vez que ellas extraen los forrajes nativos desde la raíz y sus patas tienen mayor impacto en la descomposición de los agregados del suelo.

En este contexto, el análisis técnico identifica 3 componentes del proyecto piloto demostrativo Pilcomayo: Control y mitigación de la contaminación minera pasada; Control y mitigación de la erosión, transporte y sedimentación y Sistema de monitoreo de la calidad del agua y sedimentos.



## **2.1. Identificación del proyecto**

De acuerdo a datos del análisis desarrollado por el Consultor Técnico del Proyecto, la mayor cantidad de pasivos ambientales fue generada por la Corporación Minera de Bolivia COMIBOL, los mismos que se encuentran dispersos en la Cuenca del Río Pilcomayo. Para revertir esta situación la Corporación Minera de Bolivia (COMIBOL), con el apoyo de la Cooperación del Gobierno Danés, ha elaborado inicialmente estrategias de control y mitigación de pasivos ambientales que incluye un conjunto de proyectos a diseño final. Algunos de ellos ya fueron ejecutados. Uno de los proyectos que han sido identificados para la presente evaluación es el ***“Proyecto Control y Mitigación Ambiental Dique de Colas Tasna Buen Retiro”***.

## **2.2. Ubicación y características del proyecto: Dique de Colas Buen Retiro-Tasna**

El centro Minero Tasna está ubicado en el Municipio de Cotagaita, cantón Rió Blanco de la Región Nor Chichas del Departamento de Potosí. Se encuentra aproximadamente a 180 Km. al sur de Potosí y a 27 Km. del sudoeste de Atocha. El acceso de esta localidad es a través del camino de tierra (aprox. 35 Km.), pasando previamente por la estación ferroviaria de Cerdas.

El área de estudio del Proyecto: Dique de Colas Tasna Buen Retiro está a una altura de 3900 m.s.n.m. Las cimas de la serranía alrededor del sitio están a una elevación de 4,500 m.s.n.m. La topografía en el área se caracteriza por cerros empinados. La vegetación consiste básicamente en gramíneas típicas de zonas áridas.

La cuenca en la que se ubica el Dique de Colas de Buen Retiro-Tasna, se encuentra influenciada directamente por el río Tasna Waykho y la quebrada Sikirina, las cuales confluyen en el interior de la Bóveda de trasvase del dique para más adelante



desembocar a la cuenca del Río Quechisla a través de los ríos Tasna Mayu y Blanco, llegando eventualmente a la población de Cotagaita.

En la actualidad la mina Tasna esta cerrada en sus operaciones, pero continúan actividades mineras de las cooperativas locales. Se estima que en torno al distrito minero de Tasna actualmente están trabajando 700 cooperativas mineras.

El dique de colas tiene su origen en los desechos sólidos, descartados de su planta de tratamiento, está localizada a pocos metros del ingenio Buen Retiro, esta acumulación es resultado principalmente de los diferentes procesos de explotación de Bismuto, Wólfram, y Estaño tratados en diferentes periodos de tiempo y utilizando diferentes métodos y tecnologías de concentración.

Según estimaciones de la Dirección de Medio Ambiente de COMIBOL<sup>1</sup> el volumen que contiene el dique de colas sobrepasa los 700,000 [m<sup>3</sup>] de material de colas, lo cual representa 1.3 millones de toneladas de material de colas. En el material de colas se ha encontrado contenidos de oro, plata, azufre, Arsénico, Bismuto, Wólfram, sin embargo debido a los pocos contenidos en peso de sus concentrados no tienen un potencial importante para su explotación.

### **2.3. Descripción de la situación actual del Dique de Colas Buen Retiro-Tasna**

Como se explicó en el punto anterior, las aguas del río Tasna Waykho y la quebrada Sikirina confluyen en el interior del dique de colas, el cual se compone de un sistema de túneles de mampostería de piedra para evacuar las aguas. El túnel de mayor longitud, 557 [m], de aquí en adelante denominado túnel principal y el túnel de 178 [m] denominado túnel secundario.

---

<sup>1</sup> CORPORACION MINERA DE BOLIVIA- Dirección de Medio Ambiente; “Proyecto Control y Mitigación Ambiental Dique de Colas Buen Retiro-Tasna” ; Documento de diseño Final”; La Paz-Bolivia 2004.



**CIC**

**PROGRAMA MARCO PARA LA GESTION SOSTENIBLE DE LOS RECURSOS HÍDRICOS DE LA CUENCA DEL PLATA, EN RELACION CON LOS EFECTOS HIDROLÓGICOS DE LA VARIABILIDAD Y EL CAMBIO CLIMÁTICO**

**PROGRAMA MARCO PARA A GESTÃO SUSTENTAVEL DOS RECURSOS HIDRICOS DA BACIA DO PRATA, CONSIDERANDO OS EFEITOS HIDROLOGICOS DECORRENTES DA VARIABILIDADE E MUDANÇAS CLIMATICAS**

El túnel principal presenta un tramo enmaderado con callapos en la bóveda en una longitud de 75 [m] debido al deterioro estructural de la mampostería por contacto con el material de colas. Los callapos se encuentran totalmente deteriorados por efecto de la humedad y los lixiviados que infiltran al túnel.

El año 2002 ocurrió un sifonamiento debido a un colapso menor de un sector de la bóveda del túnel dejando una brecha de 10 [m] de diámetro en la plataforma. Por otra parte, el incidente más reciente, durante la temporada de lluvias 2004-2005 colapsó 17 metros de hastial de la estructura del túnel.

El túnel principal fue construido por etapas, incrementando su longitud a medida que aumentaba el volumen de desechos dispuestos en el Dique de Colas. La totalidad de la estructura del túnel está constituida por mampostería de piedra con mortero de cemento de un espesor de pared de 0.50 [m] en promedio. La sección del túnel es variable, con un ancho promedio de 1.80 [m], presentando la sección más angosta un ancho de 1.35 [m] en la prog. 0+193.11 y de 2.55 [m] de ancho en la prog. 0+145.80. El gálibo del túnel también es variable, presentando una altura mínima de 2.50 [m] en la prog. 167.11 debido a que este sector se encuentra enmaderado con callapos y con una altura máxima de 6.32 [m] en la prog. 0+239.

La solera del túnel está formada por el mismo lecho del río Tasnawaykho, constituido por el afloramiento de la roca madre. La solera del túnel es bastante abrupta por tratarse de un río de montaña.

En el interior del túnel existen 12 caídas de alturas entre 0.50 y 1.45 [m]. Algunas de estas caídas son naturales conformadas en roca y 5 de ellas construidas con callapos para disipar la energía del agua.

En la prog. 0+145 existe una cachimba que comunica el túnel con el exterior de la plataforma a una altura de 10 [m]. La bóveda del túnel en general se encuentra en un estado tolerable y aparentemente no existe deterioro excesivo a excepción del tramo



comprendido entre las prog. 0+145.79 a la 0+221.98 que acusa un estado alarmante. Este tramo se encuentra reforzado con callapos de eucalipto que presentan una atenuada flexión, lo cual es un indicio que la bóveda superior que sostienen ha cedido y se encuentran en contacto directo con las colas. Este sector es el que también presenta mayor infiltración de lixiviados de las piritas en correspondencia con la plataforma superior ubicada inmediatamente por encima, ya que en este lugar existe mayor acumulación de agua durante la época de lluvias.

Según referencias de personas del lugar, el túnel ya existía para la década de 1940. De esta manera el sector inicial tiene una antigüedad mayor a los 65 años. Lo cual podría ser una de las causas del deterioro localizado de la bóveda en este sector.

De acuerdo a informes de las inspecciones técnicas de Comibol, que se realizaron en el lugar Remediación de Tasma se constató que los hastiales en casi toda la longitud del túnel se encuentran con un proceso de socavación agudo. Varios tramos fueron ya reforzados con hormigón ciclópeo, sin embargo aún estos refuerzos conforme a las últimas visitas de inspección (marzo y abril de 2005) están socavados.

El túnel principal tiene una longitud de 557 [m], de los cuales 500 [m] están cubiertos con colas, con alturas de carga que en la parte más desfavorable alcanza los 31.2 [m]. El túnel secundario que permite la canalización de las aguas de la quebrada Sikirina, la cual desemboca al túnel principal a la altura de la prog. 0+351.24.

El túnel secundario tiene una longitud de 181 [m], construido también de mampostería de piedra con mortero de cemento. El ancho de la sección más amplia es de 2.03 [m] en la prog. 0+114.56, la sección más angosta se encuentra en la prog. 0+179.74 con 1.65 [m]. La altura del túnel oscila entre los 2.36 a los 4.0 [m].

Este túnel tiene un deterioro estructural menor al túnel principal, pero con una infiltración excesiva al igual que el tramo enmaderado del túnel principal.



## **2.4. Causas del deterioro estructural del Dique de Colas Buen Retiro-Tasna<sup>2</sup>**

El túnel de Tasna se encuentra con un deterioro estructural agudo. Las principales causas del deterioro son:

- Acidez y agresividad del agua del río ( $\text{pH} = 2.7$ ) y de infiltración al túnel que ocasiona deterioro de la mampostería.
- Velocidad del agua oscilando entre 2.0-13 [m/s], pendiente del río del 5% en promedio y arrastre de material que ocasionan erosión y socavación en la base de los hastiales.
- Tramo enmaderado con callapos con vida útil cumplida y con riesgo de falla.
- Acumulación de agua en la plataforma.
- Solicitaciones de las colas a la estructura de mampostería.

### **1. Acidez del Agua.**

La actividad minera de los cooperativistas en la cuenca alta del túnel de Tasna es intensa, habiéndose incrementado debido a la alza de la cotización de minerales reciente. Se realiza una actividad de concentración de minerales de Wólfram y Estaño de manera artesanal, abandonando todos los desechos mineros de manera arbitraria a expensas de ser lixiviados y arrastrados por el curso de agua. Esto ocasiona una disminución importante del pH, que conforme a las campañas de monitoreo de la DMA llega hasta los 2.7.

La elevada acidez del agua ataca al mortero de la mampostería, como también a la piedra en sí.

---

<sup>2</sup> CORPORACION MINERA DE BOLIVIA- Dirección de Medio Ambiente; “Informe problemas ambientales en caso de colapso del Túnel principal del Dique de Colas de Buen Retiro-Tasna”; La Paz/Bolivia mayo 2005



## 2. Velocidad y pendiente del curso de agua.

El flujo del agua dentro del túnel es turbulento, no permanente y por constituirse en un canal no prismático, es muy difícil estimar las características hidráulicas y velocidades del agua. Sin embargo, mediante estimaciones someras, considerando la pendiente se ha podido determinar que en sectores localizados la velocidad del agua podría exceder los 10 [m/s]. Varios autores recomiendan que para canales de mampostería de piedra no se sobrepase una velocidad de 2.0 [m].

Esta velocidad es prohibitiva para estructuras de hormigón por la generación de fuerzas abrasivas que deterioran el material.

Debido a las caídas, se originan saltos hidráulicos que causan erosión y socavación a los hastiales laterales

La elevada pendiente del río Tasnawaykho ocasiona un arrastre importante de material que coadyuva al desgaste de los hastiales.

## 3. Tramo enmaderado con callapos con vida útil cumplida

El mayor problema del tramo enmaderado con callapos es que los mismos se encuentran totalmente deteriorados y a punto de fallar.

El peso que ejercen las colas en este sector, que pueden incluso alcanzar presiones de 3.5 [Kg/cm<sup>2</sup>], está ocasionando una deformación excesiva de los callapos, lo cual podría ocasionar una falla por flexión de los mismos; evidente a partir del bombeo de los callapos en el sector reforzado.

La infiltración de lixiviado de piritas y la alta humedad en el interior del túnel, actúan de manera sinérgica en el deterioro de la madera.



Se constituye en un alto riesgo la reposición de los callapos, en primer lugar porque la presión ejercida por el peso de las colas adyacentes podría ocasionar un sifonamiento en caso de extraer uno de los callapos. Por otro lado el refuerzo de los callapos no es tampoco recomendable puesto que se reduciría la sección del túnel, lo cual impediría la solución a largo plazo de introducir tuberías de HDPE de 48" de diámetro.

#### 4. Acumulación de Agua en la Plataforma

Debido a la conformación de la plataforma, existe acumulación de agua en sectores de depresión ubicados en el actual campo deportivo y en la plataforma de colas en el sector sobre el túnel secundario. Esta agua se infiltra directamente hasta los túneles lixiviando el material de colas y generando agua ácida que deteriora más tanto la mampostería de piedra como la madera de los callapos en el tramo reforzado.

#### 5. Solicitaciones de las colas a la estructura de mampostería.

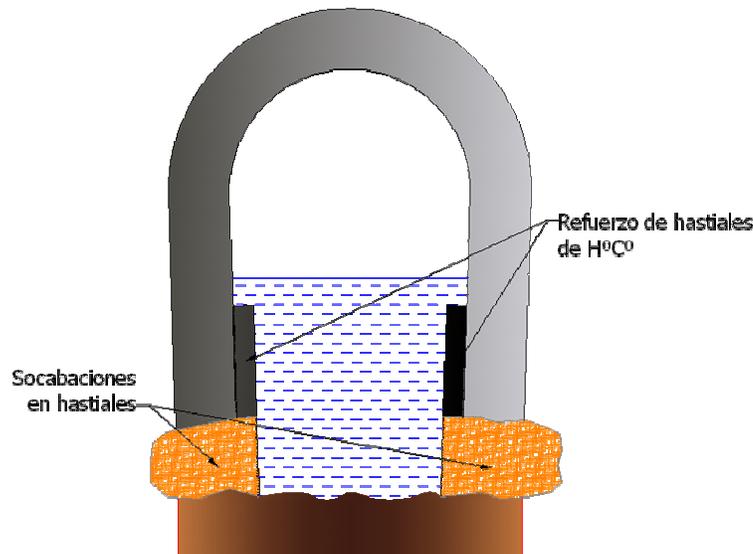
Conforme al análisis de verificación del estado de esfuerzos en la mampostería del túnel, se ha podido constatar que existe concentración de esfuerzos de tracción en la base de los hastiales. Estas fisuras podrían coadyuvar al deterioro de los hastiales.

De acuerdo al análisis estadístico de datos meteorológicos del sitio, la temperatura mínima en invierno podría alcanzar los 18°C bajo cero. Estas temperaturas extremas también han podido originar deformaciones diferenciales en la unión mampostería – solera de piedra que después ha sido intensificada por la erosión del agua.



## 2.5. Acciones ejecutadas y medidas de prevención

En el túnel se han venido realizando diferentes acciones paliativas como medidas de prevención. Entre las principales la construcción de refuerzos a los hastiales del túnel con hormigón ciclópeo. Sin embargo, en varios tramos la fuerza erosiva del agua ha llegado a socavar nuevamente la base del hastial incluyendo el refuerzo de H<sup>0</sup>C<sup>0</sup> como puede verse en el esquema siguiente:



Durante la última campaña de mantenimiento se ejecutaron las siguientes obras:

- Relleno de los sectores socavados en los hastiales con hormigón ciclópeo.
- Reposición del hastial colapsado antes del sector de enmaderado.
- Refuerzo de callapos más debilitados y deteriorados con callapos de 8 pulgadas de diámetro.

Sin embargo, estas obras no garantizan la durabilidad a largo plazo del túnel ni la estabilidad del Dique de Colas. Conforme al Documento de Diseño Final del Proyecto Control y Mitigación Ambiental Dique de Colas Buen Retiro – Tasna la única opción



técnicamente viable es el revestimiento del túnel con tuberías de polietileno de alta densidad (HDPE).

La durabilidad de las obras de mantenimiento tampoco son garantizadas por diferentes razones:

- Las dificultades de acceder a buenos agregados para el hormigón, puesto que deben ser transportados de bancos a más de 30 [Km] de distancia.
- Las dificultades inherentes al trabajo dentro del túnel, con agua ácida producto de las actividades de los cooperativistas mineros que descargan las mismas a la quebrada. Es imposible una limpieza de las paredes de adherencia a hormigonar totalmente contaminadas tanto con la copajira como con los lixiviados del túnel.
- El hormigón es atacado específicamente por los sulfatos.
- No se puede lograr una buena adherencia entre la roca de la solera y el hormigón de los hastiales por la misma razón de contaminación. Por otra parte, la excesiva velocidad del agua es prohibitiva habiéndose realizado estimaciones que en algunos sectores por la alta pendiente supera los 3.0 [m/s] que es la velocidad máxima permisible para evitar erosión en el hormigón.

Según datos de la Dirección de Medio Ambiente de Comibol, conforme a los estudios técnicos realizados durante el Diseño Final de las obras de remediación para el Dique de Colas, se identificó la imposibilidad de revestir el túnel con hormigón por la fuerza erosiva del agua. Se debe tener en cuenta que la solera del túnel sigue siendo el lecho original de la quebrada constituido en su mayor parte por roca rugosa con diversas caídas que originan un flujo turbulento caótico.

En cuanto al sector enmaderado con callapos, después de las constantes inspecciones se ha podido constatar la elevada flexión a la cual están sometidos. Esto es un indicio de que la parte superior de la bóveda que reforzaban ha cedido y la carga a la cual se ven sujetos es elevada. El sector del enmaderado ubicado entre las prog. 0+145.8 a la 0+222.0 tiene en la actualidad alturas de carga de material de colas entre 12 a 20 [m].



**CIC**

**PROGRAMA MARCO PARA LA GESTION  
SOSTENIBLE DE LOS RECURSOS  
HÍDRICOS DE LA CUENCA DEL PLATA,  
EN RELACION CON LOS EFECTOS  
HIDROLÓGICOS DE LA VARIABILIDAD Y EL  
CAMBIO CLIMATICO**

**PROGRAMA MARCO PARA A GESTÃO  
SUSTENTAVEL DOS RECURSOS HIDRICOS  
DA BACIA DO PRATA, CONSIDERANDO OS  
EFEITOS HIDROLOGICOS DECORRENTES  
DA VARIABILIDADE E MUDANÇAS  
CLIMATICAS**

Por tanto, un reemplazo de estos callapos es muy riesgoso, puesto que la presión ejercida por el material por encima de ellos podría ocasionar un colapso, lo cual además de afectar directamente a los trabajadores sería catastrófico porque una cantidad de colas considerable sería arrastrada por la corriente aguas abajo, ocasionando la inestabilidad del Dique y un daño ambiental sin precedentes. Por otra parte, tampoco se puede reforzar todo el sector enmaderado nuevamente puesto que esto implicaría la reducción de sección del túnel y dificultaría la introducción de las tuberías de HDPE proyectadas como solución a largo plazo.

En diciembre de 2004 se realizaron las obras de mantenimiento al túnel. Sin embargo en visita de inspección en fecha 21 de marzo de 2005 se constató que las socavaciones de los hastiales se han agudizado en esta última temporada de lluvia habiendo deteriorado algunos de los rellenos ejecutados inclusive recientemente. El problema de los hastiales socavados es muy riesgoso puesto que la estructura del túnel queda colgada y sin ningún tipo de apoyo, sosteniéndose únicamente por la fricción entre la mampostería y el material ubicado en la parte posterior, el cual podría ceder en cualquier momento. Al parecer se ha formado un efecto cuña que impide que el material en el trasdós de las paredes en la actualidad sea movilizad y arrastrado por la corriente.



## **2.6. Probabilidad de colapso de la estructura del túnel del Dique de Colas de Buen Retiro-Tasna**

Es bastante complicado determinar con exactitud la probabilidad de colapso de la estructura del túnel de Tasna.

Tampoco se tienen instrumentos de control de precisión como deformímetros y de control diferencial para detectar movimientos en el Dique de Colas. Estos instrumentos son muy costosos y requieren de personal calificado para su instalación y monitoreo; por otra parte el monitoreo tendría que ser continuo. Es evidente que en Tasna es imposible disponer de esos instrumentos, que podrían advertir sobre la concentración de esfuerzos debido a las solicitaciones permanentes como son el peso que ejercen las colas sobre la mampostería de piedra del túnel. Estos instrumentos no tendrían utilidad ante otras amenazas como una crecida del río.

Sin embargo, ya se tienen incidentes específicos que apuntan a que próximamente podría colapsar el túnel.

El año 2002 ocurrió un sifonamiento por efecto de que una piedra de la mampostería se desprendió de la bóveda del túnel ocasionando una cavidad con 10 [m] de diámetro en la plataforma. Si bien la cantidad de colas arrastradas en esa ocasión no fue considerable, se constituye en un antecedente.

Durante esta última temporada de lluvias (diciembre de 2004) colapsó 17 [m] de hastial del túnel principal en el sector inmediatamente anterior a la cachimba del túnel. Durante la inspección posterior al incidente no se pudo observar residuos de escombros en las inmediaciones ni en todo el túnel, lo cual indica que la fuerza del agua fue elevada tal que llegó a arrastrar todos los escombros río abajo. Afortunadamente, no existieron mayores problemas, ni se verificó una redistribución de cargas en la bóveda, como era



de esperarse, que podía ocasionar el colapso de la misma. Por tanto se procedió a la reposición de ese tramo de hastial inmediatamente.

El túnel prosigue deteriorándose con el tiempo por todos los efectos expuestos anteriormente, por tanto, el riesgo de colapso es cada vez más alto. En visita de inspección en abril de 2005 se constató que la socavación de los hastiales en el tramo inicial del túnel ha empeorado, lo cual ratifica la aseveración de que el túnel prosigue en deterioro.

Por otra parte, a medida que el tiempo pasa, los trabajos en el interior del túnel se constituyen de mayor riesgo para el personal.

## **2.7. Contaminación en caso de colapso y arrastre de colas**

Conforme al informe de “Recolección de Datos Complementarios del Dique de Colas y Desmontes Tasna” de Ecología & Empresa 2002, se determinó de acuerdo al análisis mineralógico la presencia predominante de silicatos en forma de cuarzo, burgerita, arsenopirita, esfalerita y marcasita. Las colas manifiestan la presencia de metales pesados como: Arsénico, Zinc, Cobre, Fierro, Cadmio, Plomo y Cromo. Los principales elementos metálicos son: Fe, As y Zn.

Los estudios de recuento ácido/base (ABA) de Ecología & Empresa 2002 identificaron una alta capacidad de generación ácida (AGP) contrarrestada también por una alta capacidad de neutralización (ANP), teniendo en conclusión una capacidad de generación de ácido de roca moderada negativa. Pese a que los resultados identifican la presencia de material “buffering”, ante todo silicatos, no se investigó las velocidades de reacción para identificar la posibilidad de disolución de los metales presentes en los estratos de colas, en caso de que la velocidad de reacción de las piritas sea mayor, lo cual es determinante para cuantificar la cantidad de minerales pesados liberados con el transcurso del tiempo.



Ecología & Empresa 2002 también realizaron ensayos para verificar la capacidad de lixiviación. Conforme a los resultados de estos análisis la carga metálica probable tendría concentraciones de hierro de 9.18 a 392.2 [mg/L], zinc entre 0.49 a 21.16 [mg/L] y arsénico entre 0.76 y 8.65 [mg/L], cobre entre 0.29 a 9.46 [mg/L], sulfatos como SO<sub>4</sub> entre 571.68 a 3855.2 [mg/L]. Estos valores sobrepasan los límites permisibles para descargas líquidas conforme al Reglamento en Materia de Contaminación Hídrica de la Ley de Medio Ambiente N° 1333. La Tabla N° 1 presenta los valores contrarestados con los límites permisibles del Anexo A-2 del Reglamento en Materia de Contaminación Hídrica, para descargas líquidas:

**Cuadro No. 1**

Valor probable del lixiviado de colas		Valor Permissible	Veces que sobrepasa estándar
Parámetro	valor		
Hierro	9.18 - 392.2 [mg/L]	0.5 [mg/L]	784
Zinc	0.49 - 21.16 [mg/L]	1.5 [mg/L]	14
Arsénico	0.76 - 8.65 [mg/L]	0.5 [mg/L]	17
Cobre	0.29 - 9.46 [mg/L]	0.5 [mg/L]	19
Sulfatos como SO <sub>4</sub>	571.68 - 3855.2 [mg/L]	400 [mg/L] (†)	10

(†) Valores máximos admisibles de parámetros en cuerpos receptores.

En caso de que colapse el Dique de Colas, el lixiviado que se descargaría conllevaría a una contaminación con metales pesados importantes.

Para una modelación del impacto a largo plazo sobre la liberación de metales y contaminantes de los sedimentos en contacto con colas, Hudson-Edwards et al. 2003, establece que se requiere un estudio de la geomorfología del río para determinar patrones de arrastre y deposición de sedimentos, ya que el material particulado de colas sigue los mismos patrones que los sedimentos y el estilo de sedimentación de canales hidráulicos, complementando con datos de información geoquímica de las formas de los contaminantes. Lamentablemente no se dispone de información con relación a la deposición de sedimentos.



## **2.8. Otras experiencias en desastres ambientales en Dique de Colas<sup>3</sup>**

Las fallas de Diques de Colas son eventos catastróficos que impactan severamente el agua y la calidad de los sedimentos, conforme a Macklin et al. 1996.

Uno de los incidentes de mayor liberación de colas por colapso de un dique en los recientes años es el del Dique de Colas Aznalcóllar en la Mina Los Frailes en España donde 4600 hectáreas de tierra a lo largo del río Agrio y Guadiamar fueron inundadas con  $5.5 \times 10^6$  m<sup>3</sup> de agua ácida y  $1.3 \times 10^6$  m<sup>3</sup> de colas con altos contenidos de metales pesados. En este caso se realizó la mayor campaña de limpieza en Europa llegando a movilizar más de 1500 maquinarias de equipo pesado entre topadoras, camiones volquetes, palas cargadoras, 800 operadores, etc.

El incidente acaeció en época de estiaje, lo cual facilitó la limpieza y evitó una mayor contaminación y extensión de la misma. Conforme a Eriksson 2000, entre las experiencias ganadas de este incidente se tiene:

La presión de tiempo fue tremenda al momento de realizar decisiones sobre las acciones a realizar para revertir la contaminación. Presión de los medios de comunicación y falta de información interna y externa.

No se disponía de una evaluación de línea base de la contaminación de la cuenca para cuantificar los daños ambientales. La secuencia de acciones que siguió la empresa Boliden Apirsa se detallan a continuación:

---

<sup>3</sup> CORPORACION MINERA DE BOLIVIA- Dirección de Medio Ambiente; “Informe problemas ambientales en caso de colapso del Túnel principal del Dique de Colas de Buen Retiro-Tasna”; La Paz/Bolivia mayo 2005



- Trabajos de remediación para contener mayores emisiones de colas en el Dique (dentro de las 36 horas posteriores al incidente).
- Paralización de la operación de producción en la mina y el ingenio (una vez conocido el colapso).
- Elaboración del Plan de Acciones de limpieza (en los 3 días posteriores)
- Autorización del Permiso para realizar la limpieza (8 días después del incidente)
- Campaña de Limpieza (que duró 8 meses para su conclusión)
- Reinicio de Trabajos en la Mina
- Cierre del Dique de Colas
- Monitoreo de la Contaminación

El mayor impacto por el colapso del Dique de Colas Aznalcóllar era la posible contaminación del Parque Natural Doñana, que es la reserva de especies de aves más grande de Europa. Conforme a Eriksson 2000 se identificaron como efectos inmediatos del incidente:

- La inundación de 4634 [ha], donde 2600 [ha] fueron cubiertas en su totalidad con colas. La contaminación se dio en una extensión de 40 [Km] de tramo de los ríos Agrio y Guadamar. Se construyó una represa para evitar el desborde del agua y la extensión de la contaminación aguas abajo del río.
- La vida acuática del río fue exterminada.
- El agua ácida contaminó 50 sistemas de irrigación.
- Antes del incidente, todo este sector era un punto de parada importante para las especies que inmigraban del y al parque Nacional Doñana.

Los impactos a mediano y largo plazo identificados fueron:

- Se identificaron tres metales pesados que podían sobrepasar los límites permisibles para la salud humana: Talio, Plomo y Zinc.
- El arsénico de las colas podría incrementar el riesgo de cáncer de piel.



- La evaluación de riesgos ecológicos identificó tres metales pesados que podrían afectar la actividad agrícola del área: Plata, talio y arsénico.

Otro incidente importante y de mucha similitud con el Dique de Colas Tasna es el colapso ocurrido en el Dique de Colas de la mina SASA que descargó 240.000 [m<sup>3</sup>] de colas al río. El dique de colas al igual que en Tasna, estaba construido en un valle en V y era atravesado por un túnel que colapso por deterioro excesivo de las piritas. Este dique de colas está ubicado a 15 [Km] de la población de Makedonska Kamenica en Macedonia, Europa.

Las Naciones Unidas a través de dos expertos realizó una evaluación del incidente un mes y medio después de ocurrido el incidente llegando a las siguientes conclusiones:

- La oxidación de los sulfuros continuaba ocurriendo con la consecuente disolución de metales pesados.
- Impactos de orden significativo podrían continuar si no se realiza una campaña de limpieza.

Entre los riesgos más importantes en caso de no proceder o atrasar las acciones de limpieza, se identificaron:

#### Ambientales

- Liberación continua de metales pesados por la oxidación de las colas con sulfuros.
- Acumulación de metales pesados en plantas y animales.
- Degradación de la calidad del agua.
- El agua ácida podría en el peor de los casos tornar el agua del río inadecuada para su uso en riego.
- Contaminación del suelo.
- Intensificación de los impactos ambientales con el tiempo.



### Económicos

- Tardanza en la limpieza incrementaría los costos de limpieza.
- Problemas con mercado para los productos agrícolas.
- Pérdida de ingresos de las personas afectadas.
- Problemas en cuanto a la utilización de agua, influyendo en costos de productos.

### Sociales

- Tensión por la situación ya que no se hace nada.
- Desempleo para los agricultores si no hay mercado.
- Incremento de pobreza de la población afectada.

### Políticas

- ¿Quién quiere hacerse cargo de la responsabilidad en caso de que la limpieza se retrase, al convertirse en un desastre ambiental, económico, social y con cobertura de la prensa?
- Mayores riesgos con el tiempo si la limpieza no se inicia inmediatamente.

Otro incidente en nuestro medio fue el colapso del Dique de Colas de la **Mina de Porco** en agosto de 1996, involucrando 235,000 [Tn] de colas y lodos tóxicos con plomo, arsénico y cianuro de sodio. La limpieza de este incidente duró 8 semanas.

## 2.9. Problemas específicos identificados en el Dique de Colas de Buen retiro-Tasna



Según estimaciones de la Dirección de Medio Ambiente de COMIBOL<sup>4</sup>, en caso de un colapso del Dique de Colas de Tasna, en vista de la topografía y la dinámica del río, la contaminación podría extenderse a distancias mayores.

En los anteriores casos detallados anteriormente, los diques fallaron por problemas en las fundaciones y liquefacción. Los accidentes ocurrieron durante la época de estiaje, cuando el caudal de los ríos no era tan importante. En el caso de Tasna, un colapso se daría con mayor probabilidad en época de lluvias lo cual intensificaría y dificultaría las acciones de limpieza. Además, existen vestigios de un anterior Dique de Colas en la misma quebrada, como a 2 [Km] aguas abajo del Dique de Colas Buen Retiro, el cual ha sido arrastrado en su totalidad. No existe ningún indicio de sedimentación del material en las cercanías de la cuenca, lo cual simplemente implicaría que la contaminación alcanzaría otros ríos más distantes como el Cotagaita o el Pilcomayo.

Los anteriores incidentes (Aznalcóllar y Porco) se encontraban en operación, con equipo pesado a la mano. En Tasna tanto su ubicación como el acceso a la quebrada Tasnawaykho inmediatamente aguas abajo del Dique de Colas Buen Retiro serían grandes obstáculos para proceder con una limpieza inmediata. La movilización de maquinaria tendría que hacerse desde las ciudades de Potosí, Tarija u Oruro, ya que en el sector no se cuenta con equipo pesado disponible.

Por otro lado, la COMIBOL no dispone de planes de contingencia en este tipo de situaciones y no se tienen estudios detallados de la cuenca donde se determine una línea base de la contaminación, para poder evaluar todos los impactos en caso de colapso.

---

<sup>4</sup> CORPORACION MINERA DE BOLIVIA- Dirección de Medio Ambiente; “Informe problemas ambientales en caso de colapso del Túnel principal del Dique de Colas de Buen Retiro-Tasna”; La Paz/Bolivia mayo 2005



### **3. Proyecto Control y Mitigación Ambiental Dique de Colas Buen Retiro- Tasna**

El proyecto de Control y Mitigación ambiental Dique de Colas de Buen Retiro-Tasna será descrito y analizado desde el punto de vista económico financiero. Se debe recalcar que esta propuesta es actualmente la única solución técnica disponible según los estudios conjuntos realizados entre Comibol y la Cooperación Danesa.

#### **3.1. Características y objetivos del proyecto**

Para el presente análisis se ha tomado el diseño técnico final de las obras de control y mitigación ambiental del Dique de Colas de Buen Retiro-Tasna.

La realización de las obras de control y mitigación del Dique de Colas de Buen retiro-Tasna, permitirá reducir los impactos que actualmente ocasionan los materiales que se encuentran dispuestos sin contemplar ningún tipo de normativa ambiental. Desde el punto de vista estrictamente ambiental, el proyecto permitirá restringir la contaminación por arrastre de sólidos del material de Dique de Colas en la superficie de la plataforma y los taludes al medio ambiente río abajo y la contaminación por el polvo fugitivo. Los impactos de las colas serán controlados dentro de la circunscripción del proyecto, ya que es prácticamente imposible controlar y remediar los impactos por los materiales que fueron arrastrados aguas abajo del proyecto. El riesgo de colapso del túnel será controlado con las obras que se detallan mas adelante y por tanto el riesgo de arrastre de una gran cantidad de colas o el embalse de las aguas del río Tasnawaykho se atenuará, lo cual podría constituirse en un hecho de proporciones catastróficas. La cobertura del dique y el confinamiento de las colas ayudarán a mejorar la calidad de agua del río y reducir el contacto con animales y personas que en la actualidad transitan por el dique para realizar sus actividades cotidianas.



### **3.2. Presupuesto de obras**

La obra principal del proyecto es la reparación del túnel principal por el elevado grado de erosión y deterioro estructural. Se tiene previsto su revestido con tuberías de polietileno de alta densidad para garantizar el flujo de agua ácida dentro del túnel, además de la construcción de obras hidráulicas adicionales para distribuir el caudal y retener el material de arrastre que lleve el río Tasnawaykho. Dentro de estas obras de control se construirán muros perimetrales de contención para garantizar la estabilidad de las laderas del cañadon.

Las obras se resumen en: Un muro perimetral contención, movimiento de tierras de corte y relleno, revestimiento del túnel principal con tuberías HDPE, obra hidráulica de distribución de caudales a la entrada del túnel, obra de disipación a la salida del túnel, canales colectores y zanjas de coronación para la evacuación de las aguas de drenaje, cobertura del campo deportivo que funciona actualmente encima del dique, y diques transversales para desarenación aguas arriba de los túneles principal y secundario.

El detalle del presupuesto de obras, costos unitarios y precios referenciales se encuentra detallado en el anexo 1

**CIC**

PROGRAMA MARCO PARA LA GESTION  
SOSTENIBLE DE LOS RECURSOS  
HÍDRICOS DE LA CUENCA DEL PLATA,  
EN RELACION CON LOS EFECTOS  
HIDROLÓGICOS DE LA VARIABILIDAD Y EL  
CAMBIO CLIMATICO

PROGRAMA MARCO PARA A GESTÃO  
SUSTENTAVEL DOS RECURSOS HIDRICOS  
DA BACIA DO PRATA, CONSIDERANDO OS  
EFEITOS HIDROLOGICOS DECORRENTES  
DA VARIABILIDADE E MUDANÇAS  
CLIMATICAS

**Cuadro No. 2**

<b>PRESUPUESTO GENERAL</b>	
<b>Control y Mitigación ambiental Dique de Colas Buen retiro-Tasna</b>	
<b>(En dólares americanos)</b>	
<b>Descripción de actividades</b>	<b>Precio Total</b>
1. Trabajos preliminares	16,519.52
2. Conformado Final del Dique de Colas	198,010.80
3. Cobertura de plataforma	89,009.35
4. Drenaje de plataforma y zanja de Cordón	55,062.22
5. Muro de protección y gaviones	15,607.24
6. Trabajos preliminares al colocado de tuberías	183,467.90
7. Colocado de tuberías y accesorios HDPE inferiores	33,553.93
8. Colocado de tuberías y accesorios HDPE superiores	90,287.72
9. Trabajos de intersección túnel secundario	1,176.12
10. Sistema de distribución de caudales	8,450.05
11. Construcción de obras de salida	1,184.36
12. Trabajo de desvío de aguas	13,449.35
13. Diques transversales tipo gavión	2,852.12
14. Sistema de iluminación del tunel	5,005.00
15. Transporte de tuberías	258,647.73
16. Transporte de materiales La Paz-Tasna	19,413.07
17. Movilización y desmovilización de maquinaria	22,897.02
<b>Costo Total del Proyecto</b>	<b>1,014,593.50</b>

**Fuente: Dirección de Medio Ambiente COMIBOL**

Los costos de capital llegan a US\$ 1,014,593.50 y cubren la inversión inicial para la construcción del dique, los mismos que serán ejecutados en el primer año.



**CIC**

**PROGRAMA MARCO PARA LA GESTION  
SOSTENIBLE DE LOS RECURSOS  
HÍDRICOS DE LA CUENCA DEL PLATA,  
EN RELACION CON LOS EFECTOS  
HIDROLÓGICOS DE LA VARIABILIDAD Y EL  
CAMBIO CLIMATICO**

**PROGRAMA MARCO PARA A GESTÃO  
SUSTENTAVEL DOS RECURSOS HIDRICOS  
DA BACIA DO PRATA, CONSIDERANDO OS  
EFEITOS HIDROLOGICOS DECORRENTES  
DA VARIABILIDADE E MUDANÇAS  
CLIMATICAS**

### **3.3. Tiempo de implementación del proyecto**

Las obras de implementación del proyecto, tienen una duración de 8 meses, los tiempos están supeditados a que las actividades de reparación del túnel sean realizadas durante la época de estiaje (época seca) puesto que el caudal del río es mínimo. Por lo tanto se tiene previsto que el proyecto debe empezarse en marzo o abril, ya que los meses de lluvia se dan ante todo entre diciembre y marzo.

Es importante considerar que la adquisición de las tuberías podría tomar 3 meses considerando todos los trámites, compra y transporte por barco hasta Antofagasta y de ese puerto vía férrea hasta su llegada al sitio de proyecto, por lo que su compra deberá gestionarse 2 meses antes de iniciado el proyecto, como se detalla en las especificaciones técnicas del proyecto a diseño final.

Para el presente análisis se asume que la totalidad de la inversión se realizará durante el año 2006.

**CIC**

PROGRAMA MARCO PARA LA GESTION  
SOSTENIBLE DE LOS RECURSOS  
HÍDRICOS DE LA CUENCA DEL PLATA,  
EN RELACION CON LOS EFECTOS  
HIDROLÓGICOS DE LA VARIABILIDAD Y EL  
CAMBIO CLIMATICO

PROGRAMA MARCO PARA A GESTÃO  
SUSTENTAVEL DOS RECURSOS HIDRICOS  
DA BACIA DO PRATA, CONSIDERANDO OS  
EFEITOS HIDROLOGICOS DECORRENTES  
DA VARIABILIDADE E MUDANÇAS  
CLIMATICAS

### 3.4. Obras de mantenimiento del proyecto

De acuerdo a estimaciones de la Dirección de Medio Ambiente de COMIBOL se detallan las obras de mantenimiento anuales que deberán realizarse después de cada época de lluvias, para garantizar el buen funcionamiento del proyecto:

**Cuadro No.3**

<b>Resumen de las Obras de mantenimiento anual en TASNA</b>	<b>MONTO Bs.</b>
<b>TIPO DE OBRA</b>	
Extracción de material de sedimento en pozas de sedimentación	3,640.-
Transporte, vaciado y esparcimiento del material de relleno o sedimento, sobre la superficie de las colas	1,200.-
Reparación paredes laterales de canales de mampostería	1,000.-
Tojeo y limpieza derrumbes	800.-
Limpieza canales secundarios	2,000.-
Personal de apoyo (Época de lluvias, 2 pers. 4 meses a medio tiempo)	4,800.-
Subtotal	<b>13,440.-</b>
Imprevistos 15%	2,016.-
<b>TOTAL</b>	<b>15,456.- Bs</b>

Fuente: Dirección de medio ambiente COMIBOL

De acuerdo a los datos presentados en el cuadro anterior el costo anual de mantenimiento de las obras del Dique de Colas de Tasna llegaría a un aproximado de US\$ 1,908.



### **3.5. Estimación de costos de remediación en caso de un colapso del Dique de Colas**

De acuerdo a informes recopilados de la Dirección de Medio Ambiente de la COMIBOL en coordinación con el el componente DANIDA de fecha 22 de noviembre de 2002<sup>5</sup>, se realizo un cálculo estimativo de la limpieza de colas depositadas a lo largo del río , en el supuesto de un colapso del túnel en el Dique de Colas en Buen Retiro Tasna.

El cálculo del costo estimativo de limpieza según el informe de referencia determina que con un volumen estimado en 763,913 m<sup>3</sup> ó 1,298.62 Toneladas de colas depositadas a lo largo del río Tasna Huayco, bajo el supuesto de un colapso del túnel, posterior emposamiento de aguas, ruptura del dique y arrastre de colas aguas abajo, significaría que inmediatamente después de la ruptura del Dique, serían trasladadas una mitas de las colas existentes, es decir 382,000 m<sup>3</sup>. En forma conservadora los costos estimados serían los siguientes:

---

<sup>5</sup> CORPORACION MINERA DE BOLIVIA- Dirección de Medio Ambiente; “Informe problemas ambientales en caso de colapso del Túnel principal del Dique de Colas de Buen Retiro-Tasna”; La Paz/Bolivia mayo 2005

**CIC**

PROGRAMA MARCO PARA LA GESTION  
SOSTENIBLE DE LOS RECURSOS  
HÍDRICOS DE LA CUENCA DEL PLATA,  
EN RELACION CON LOS EFECTOS  
HIDROLÓGICOS DE LA VARIABILIDAD Y EL  
CAMBIO CLIMATICO

PROGRAMA MARCO PARA A GESTÃO  
SUSTENTAVEL DOS RECURSOS HIDRICOS  
DA BACIA DO PRATA, CONSIDERANDO OS  
EFEITOS HIDROLOGICOS DECORRENTES  
DA VARIABILIDADE E MUDANÇAS  
CLIMATICAS

**Cuadro No. 4**

<b>Costos de Limpieza (Dólares americanos) (Acumulación de sedimentos gruesos 150 Km. aguas abajo)</b>	<b>MONTO US\$</b>
Movilización de equipo	500,000
Transporte, vaciado y esparcimiento del material de relleno o sedimento, sobre la superficie de las colas	3,000
Limpieza, carguio, y traslado de colas a las fosas de confinamiento: Tractor D6, pala cargadora, y volquetas costo unitario (aprox. 3 US\$/m3) para trasladar promedio 500 mt hasta las fosas de confinamiento 382,000 m3 * 382,000 m3 * 3 US\$/m3	1,146,000
Apertura de fosas y confinamiento, solo tractor 382,000 m3 /12 m3//hr = 31,833 x 2= 63,666 Hs X 60 US\$/Hr	3,819,960
<b>COSTO TOTAL DE LIMPIEZA</b>	<b>5,468,960</b>

Fuente: COMIBOL; Dirección de Medio Ambiente

Nota: Este costo de limpieza ha sido tomado para la evaluación financiera del proyecto, como parte de los costos en los que se incurrirá si se decide no ejecutar el proyecto.



#### **4. Análisis Financiero del Proyecto**

Cabe mencionar que para el análisis económico financiero del proyecto se ha tomado un proyecto a diseño final que suponemos es la opción técnica mas factible para el problema del Dique de Colas de mina Tasna. Sobre este supuesto, medimos todos los costos y beneficios como la diferencia entre lo que serían estas variables si no se realizara el proyecto y lo que serán si se debe implementar el proyecto.

En este sentido, el análisis financiero estudia el proyecto desde dos puntos de vista alternativos, el punto de vista del Propietario del proyecto y el punto de vista de la Inversión Total. La principal diferencia entre estos dos puntos de vista consiste en el financiamiento, desde el primer enfoque se incluye el desembolso del préstamo de un financiador como un ingreso en el flujo de caja y se incluyen las amortizaciones y los pagos por concepto de intereses como egresos en el flujo de caja.

El análisis desde el punto de vista de la Inversión Total evalúa el proyecto sin financiamiento, es decir, se observa la factibilidad del proyecto asumiendo que existen aportes de capital propios que cubren la inversión en su totalidad. Este punto de vista es importante para observar el proyecto “como tal” sin que las ventajas o desventajas del financiamiento (especialmente tasas de interés del préstamo) introduzcan un sesgo respecto a los resultados esperados.

Para determinar la factibilidad financiera del proyecto, se han considerado los siguientes supuestos de evaluación:



- Se asume la existencia de un crédito (existen diferentes fuentes de financiamiento, las mismas que serán identificadas en una etapa posterior) por el 65% del costo total del Proyecto (659.5 millones de US\$), con una tasa de interés de 4.7%, pagable en 10 años con dos años de gracia. El cálculo de amortización se ha realizado con una tasa fija de 4% mas una comisión de financiamiento anual de 0.7%. Los intereses son pagables a partir del año 1 y las amortizaciones a partir del año 3, ambos hasta el año 10. Este escenario asume un crédito blando con una tasa de interés favorable, lo cual disminuye la carga financiera sobre el proyecto.
- Debido a que la obra más importante del proyecto es la reparación del túnel principal por el elevado grado de erosión y deterioro estructural, el Proyecto es una adición (reparación) a las actividades ya existentes y por lo tanto los costos y beneficios que son pertinentes para el nuevo proyecto son los que son incrementales respecto a lo que hubiese ocurrido, si no se agregase el nuevo proyecto o reparara el túnel. En este sentido, el enfoque del análisis debe estar basado en flujo incremental. Es decir, entre la comparación del flujo de caja “con proyecto” y “sin proyecto”.
- Durante la vida operativa de un proyecto, es importante medir todos los costos y beneficios como la diferencia entre lo que serían estas variables si no se realizara el proyecto y lo que serán si se debe implementar el proyecto. Es un error común suponer que todos los costos y beneficios son incrementales al nuevo proyecto, cuando de hecho no lo son.
- El flujo de caja “con proyecto” incluye todos los costos de inversión y mantenimiento bajo el supuesto que se efectúe la reparación del túnel. El flujo de caja “sin proyecto” asume que no se efectuará la reparación en el 2006, pero también asume que, dado el elevado grado de deterioro estructural, el túnel colapsaría durante el año 2006 y por tanto incluye en el flujo de caja los costos



estimados de limpieza para el 2007. Por otro lado, después de la limpieza de los daños causados por el colapso del túnel se considera que necesariamente se deberá encausar las aguas del río de alguna forma, así, se estima que el Proyecto en cuestión sería llevado a cabo el año 2008.

- Los flujos de caja anuales se elaboran descontando flujos de caja futuros a su valor presente, tomando ambos la tasa de interés de 4.70% para amortización de intereses y el crédito,. El costo de capital real es el 8% (véase Anexo 3).
- Debido a que desde el punto de vista del análisis financiero se asume que el propietario es el Estado, por tanto se excluyen los impuestos del análisis. Naturalmente, desde el punto de vista de la economía no se incluyen los impuestos por ser únicamente transferencias.

#### **4.1. Resultados de la Evaluación Financiera**

El estado de flujo de caja es desarrollado primero en términos nominales, para los flujos de caja “con proyecto” y “sin proyecto”, y así poder tomar en cuenta los efectos de la inflación. Posteriormente las cuentas de ambos flujos de caja son deflactadas para llegar a valores reales. El flujo de caja incremental es producto de restar al los flujo de caja “con proyecto” y el flujo “sin proyecto”. (El análisis se realiza sobre el flujo de caja incremental debido a que el proyecto sea cual fuere su estado actual existe, y no es un proyecto que se elabora de cero).



Finalmente, el flujo de caja incremental es descontado por el costo de capital real del 8% para llegar a una cifra de valor actual neto.

***(Sobre esta base es que se pudo calcular el VAN y la TIR tomando el flujo neto negativo para el primer periodo y positivo para los dos segundos años).***

El enfoque de análisis que aquí se presenta toma en cuenta que este proyecto tiene el componente mas importante ligado al medioambiente y al riesgo de un posible colapso del dique con las consecuencias que esto conlleva hacia el área de influencia del proyecto. Es por esta razón que se ha incluido en el análisis financiero y económico los costos de remediación y limpieza como un costo que deberá ser absorbido en caso de que la decisión sea ir por el camino de no realizar el proyecto. Este costo elevado a diferencia de otro tipo de proyectos hace que los indicadores de evaluación del proyecto Van y TIR sean más elevados.

Los flujos de caja en términos nominales y reales, desde el punto de vista de la inversión total y del Propietario con proyecto, el flujo de caja para la opción sin proyecto y el flujo incremental se muestran en el Anexo 3: Análisis Financiero y Económico. Los Valores Actuales Netos de estos flujos de caja se presentan a continuación:

**Cuadro No. 5**

**CUADRO DE RESULTADOS**

En Miles de \$US

Punto de Vista	Tasa (real)	VAN	TIR
<b>Análisis Financiero</b>			
Con Proyecto: Inversión Total (sin/financ.)	8.0%	(1,192)	*
Con Proyecto: Propietario (con/financ.)	8.0%	(1,064)	*
Sin Proyecto: Inversión Total (sin/financ.)	8.0%	(6,103)	*
Incremental (Con Proyecto - Sin Proyecto)	8.0%	4,910	497%

Debido a que el financiamiento del proyecto tiene términos preferenciales con respecto a las tasas de interés del mercado, el valor presente neto de los dos proyectos desde el



punto de vista de la inversión total y del propietario es diferente. Debe notarse que el valor presente del proyecto desde el punto de vista de la inversión total, mas el valor presente de su respectivo financiamiento a un costo de capital real equivalente al 8%, sería igual al valor presente neto del proyecto desde el punto de vista del propietario.

El flujo de caja "sin proyecto" demuestra un VAN negativo mayor, debido a que los costos de limpieza son elevados, y demuestra de forma cuantitativa el costo que implicaría el colapso del túnel. ***El flujo de caja incremental nos muestra que desde un punto de vista financiero el proyecto es conveniente, con un beneficio neto de 4.9 millones de dólares, dado que sería más costoso el posponer la reparación del túnel y cargar con los costos de limpieza además de eventualmente tener que efectuar el proyecto de reparación.***

***Es importante remarcar que el análisis financiero no contempla ningún tipo de ingreso en el flujo de caja, ya que no existe ni se tiene proyectado en los documentos del proyecto ningún tipo de cobro a los usuarios (empresas o individuos que depositan sus desechos mineros). Sin embargo es altamente recomendable que los promotores y/o ejecutores del proyecto establezcan tarifas y cobros a los usuarios para financiar (por lo menos) el mantenimiento de la infraestructura dotada por el proyecto.***

***Los resultados de la TIR demuestran la misma conclusión que el VAN (el proyecto es beneficioso y factible). Es interesante ver la relación de la TIR con el VAN calculado, ya que la TIR de casi 500% para el caso financiero, nos demuestra que el beneficio de hacer el proyecto es casi 5 veces equivalente a la inversión, ya que de no hacer la inversión en el proyecto ahora, significa que en los próximos dos periodos el costo de limpieza y hacer la inversión tarde será equivalente a 5 veces el costo de hacerlo ahora.***



Ahora bien, solamente como información la TIR no es un concepto ni financiero ni económico, sino es un concepto matemático. Por ser un concepto matemático la TIR presenta una serie de problemas cuando se la utiliza como un criterio de decisión sobre la factibilidad de proyectos. Por su fácil comparación a una tasa de interés (Ejem. Bancaria) puede ser utilizada como información adicional al VAN. De hecho cuando un flujo de caja cruza cero más de una vez (cambie de signo de positivo a negativo) se obtienen múltiples TIR, en estos casos la TIR no puede (ni debe) ser utilizada. Simplemente se la toma como referencial.

#### **4.2. Análisis Económico del Proyecto<sup>6</sup>**

El objetivo de la evaluación económica es examinar el proyecto desde el punto de vista de toda la economía para determinar si su implementación mejorará el bienestar económico del país. Una evaluación económica tiene exactamente la misma naturaleza que un análisis financiero, excepto que en el caso de una evaluación económica, los beneficios y costos se miden desde el punto de vista de todo el país mientras que el análisis financiero mide solamente los beneficios y costos pertinentes para los inversionistas o dueños del proyecto.

En vez de recurrir únicamente a técnicas contables para medir los gastos y costos como en el caso de una evaluación financiera, la evaluación económica requiere el uso de técnicas económicas de medición para complementar el marco contable. En el caso del análisis económico los costos del proyecto reflejan el verdadero costo de los recursos para la economía nacional.

Así en el caso del proyecto de refacción del túnel, los costos económicos se componen por el costo de oportunidad de la mano de obra a ser empleada en la construcción de la

---

<sup>6</sup> El análisis económico elaborado se enmarca dentro de la metodología de análisis beneficio-costos desarrollada por el Prof. Arnold Harberger y Prof. Glenn P. Jenkins. El presente análisis contó con la colaboración de Fernando Cossio Muñoz representante en Bolivia de la empresa CRI con sede en Massachusetts de la cual es Presidente el Dr. Jenkins.



obras civiles, en los costos de divisas para el país por la importación de las tuberías y accesorios y de la depreciación que sufran los equipos que se utilizan en el proyecto. Por otro lado los beneficios económicos se dan por un importante número de beneficios a la población de la región y río abajo, hasta el río de la Plata, por la mejora de la calidad del agua.

### **4.3. Costos Económicos**

Los costos económicos se componen por las inversiones y los costos de mantenimiento. Los costos de mantenimiento desde el punto de vista de la economía son únicamente los costos incrementales, ya que el actual túnel representa costos de mantenimiento que se ahorrarían si se lleva a cabo el proyecto.

Las inversiones y los costos de mantenimiento en términos económicos son calculados al afectar los valores financieros de ambos, por factores de conversión económicos. Multiplicando toda una línea del flujo de caja del estado financiero por el factor económico de conversión relativo a ese bien o servicio en particular, resulta en un flujo de costos económicos para ese bien o servicio. El presente análisis ha realizado una estimación propia de los factores de conversión para los ramos más importantes de la inversión y para el mantenimiento.

La metodología utilizada toma en cuenta que un producto del proyecto puede ser una mercancía sujeta a comercializarse (transable) o a no comercializarse (no transable) internacionalmente. Si se trata de una mercancía transable, su valor económico depende del precio mundial que tenga esa mercancía, además de la prima de la divisa. A fin de estimar el beneficio económico de un bien transable, es necesario efectuar los ajustes respectivos al precio financiero, de tal forma que se incluya la prima de la divisa, como excluir cualquier distorsión ocasionada por impuestos, subsidios o aranceles.

Si el proyecto consume un bien no transable, su valor económico depende de la interacción de la oferta y la demanda correspondiente a ese bien. En un sistema de libre mercado, la demanda adicional producida por el proyecto, ocasionará precios



mayores. En términos generales, el valor (costo) económico de los bienes o servicios consumidos será igual al valor del consumo pospuesto por los consumidores más el valor de los recursos adicionales utilizados en la producción. Una vez más, los ajustes deben efectuarse para el efecto de distorsión de cualquier impuesto o subsidio. La estimación de los factores de conversión correspondientes a la mano de obra provienen de datos oficiales.

Inversiones del proyecto: Trabajos preliminares 0.69, Trabajos en Plataforma 0.87, Muro de protección gaviones 0.87, Trabajos en tuberías 0.88, Sistemas de distribución 0.90, Transporte tuberías y accesorios 0.92, Movilización de equipos 0.62, Sistema de iluminación 0.92. Inversiones “sin proyecto” (se asume los costos de limpieza después del colapso del túnel): Apertura de Camino 0.81, Limpieza y traslado de colas 0.78, Apertura de Fosas 0.61.

#### **4.4. Resultados de la Evaluación Económica**

Los flujos de caja económicos desde ambos puntos de vista (con y sin financiamiento) son desarrollados en términos reales y descontados a la tasa del costo de oportunidad del capital para el país de 12.07% (costo de oportunidad de los fondos públicos de inversión) para llegar a una cifra de valor actual neto.

Los flujos de caja para la economía, con y sin proyecto, son utilizados como base para el cálculo del flujo incremental, que presentan en el Anexo 3: Análisis Financiero y Económico. Los Valores Actuales Netos de ambos flujos de caja se presentan a continuación:



CIC

PROGRAMA MARCO PARA LA GESTION SOSTENIBLE DE LOS RECURSOS HÍDRICOS DE LA CUENCA DEL PLATA, EN RELACION CON LOS EFECTOS HIDROLÓGICOS DE LA VARIABILIDAD Y EL CAMBIO CLIMATICO

PROGRAMA MARCO PARA A GESTÃO SUSTENTAVEL DOS RECURSOS HIDRICOS DA BACIA DO PRATA, CONSIDERANDO OS EFEITOS HIDROLOGICOS DECORRENTES DA VARIABILIDADE E MUDANÇAS CLIMATICAS

### Cuadro No. 6

En Miles de \$US

Punto de Vista	Tasa (real)	VAN	TIR
<b>Análisis Económico</b>			
Economía Nacional (Incremental)	12.07%	3,053	380%

**Los resultados demuestran que desde el punto de vista de la economía el proyecto es beneficioso. La marcada diferencia entre los flujos con y sin proyecto se debe a que se sabe con certeza que el túnel en el corto plazo colapsará, así el costo de limpieza del escenario “sin proyecto” es considerablemente más elevado que la inversión en el proyecto.**

Es fundamental tener en cuenta que el caso “sin proyecto” asume que no se efectuaría ningún otro tipo de refacción. Pueden existir otro tipo de proyectos que reforzando o reconstruyendo el túnel sean más eficientes que el analizado en este documento. Así, las conclusiones son únicamente validas bajo el supuesto que la mejor tecnología en cuanto a un análisis beneficio/costo es la analizada y que el parámetro de comparación se basa en la pregunta; si este proyecto de inversión es mejor que mantener el túnel sin ningún otro tipo de inversión.

Debe notarse que el flujo de caja económico únicamente incluye los costos económicos del proyecto y no los beneficios económicos (sociales). Esto se debe primordialmente a que no existen las estadísticas y los análisis requeridos para estimar los beneficios medioambientales, biológicos y sociales para los habitantes de la región y río abajo afectados por el proyecto. Sin embargo, es crucial remarcar que existe certeza que el proyecto es viable y recomendable desde un punto de vista económico y social sin necesidad de elaborar la cuantificación de los beneficios económicos, ya que los costos para la economía nacional son remarcablemente mayores si no se efectúa el proyecto.



En este sentido y para este caso específico, no es necesario invertir recursos en la cuantificación de los beneficios económicos para el flujo de caja del proyecto ya que los resultados son claros y contundentes con el solo análisis de los costos económicos (sociales). El siguiente capítulo presenta información relevante sobre los potenciales beneficios económicos (sociales) del proyecto.

## **5. Datos Macroeconómicos y Estimación de los impactos ambientales en el área de influencia del proyecto.**

### **5.1. Situación macroeconómica y social <sup>7</sup>**

Bolivia abarca un área de 1.098.581 Km<sup>2</sup> con una población de 8.274.325 Habitantes (7.5 hab./Km<sup>2</sup>). Con un Producto Interno Bruto (PIB) per cápita de aproximadamente \$us. 916 por año, constituyéndose en uno de los países más pobres de América Latina. La deuda externa total a diciembre 2004, era de \$us. 4.950.6 millones (BCB).

El flujo de Inversión Extranjera Directa alcanzó a \$us. 999.01 millones de dólares,

En Bolivia la tasa de crecimiento anual ínter censal (1992-2001) es de 2,74 siendo la más alta de América del Sur. La población femenina constituye 50.2 % del total y la masculina 49.8%. existe una estructura de población joven, los menores de 15 años representan el 39.5 % y los mayores de 60 años sólo el 6 % de la población. La tasa de mortalidad infantil es una de las más altas de América del Sur, asciende a 66/1000, principalmente por la falta de acceso a los servicios básicos y de salud. El sector agrícola continúa empleando 47% de la fuerza laboral total de 3 millones de personas, pero la población urbana es de 57.5% del total, se encuentra creciendo a una tasa anual de 3.2 % y tiende a incrementarse conforme la población rural migra a los centros urbanos.

Una de las principales razones de la migración, parece ser que sobre un total de 22.670 millones de hectáreas, las unidades agropecuarias con hasta 5 hectáreas que puedan

<sup>7</sup> Instituto Nacional de Estadística INE-Bolivia Datos del Censo 2001



ser consideradas de economía indígena o campesina representan el 68 % del total y controlan únicamente el 1.4 % de la superficie total. Las unidades agropecuarias de 50 a 50,000 has. Representan solamente el 7.4% del número de unidades, pero controlan el 93.8 % del total de tierras agrícolas 5. Esta desproporción es más notable en Chuquisaca que en Potosí, donde se puede observar que el número de Propiedades medianas y Empresas agropecuarias representan sólo el 3.5% del total (47,627) y controlan el 77.2% del área total explotada (1047,231.26 has).

Los departamentos de Potosí, Chuquisaca y Tarija, están involucrados en la problemática ambiental del Río Pilcomayo. No obstante, los mismos tienen diferentes problemas ambientales relacionados con el mismo. Por ejemplo, la contaminación por las operaciones mineras y las aguas servidas en Potosí; residuos industriales y aguas servidas en Chuquisaca, sedimentación, regulación y escasez de agua de buena calidad.

El departamento de Potosí donde esta ubicado el proyecto de la presente evaluación está conformado administrativamente por 16 provincias, 38 municipios y 221 cantones con base legal. De las cuales principalmente 8 provincias están involucradas en la problemática del Río Pilcomayo.

Según datos publicados en el informe de Situación Ambiental del río Pilcomayo<sup>8</sup> La población es de 709.013 habitantes de los cuales el 48.7 % son hombres y 51.3 % mujeres de los cuales alrededor del 25% habita el área urbana en las áreas rurales más del 25 % de niñas entre 6 y 13 años y más del 75% de las niñas entre 14 y 17 años no asisten a la escuela. La población económicamente activa es de 52.3 % más del 50% de su población vive en pobreza extrema, la misma está conformada principalmente por población de origen indígena. La pobreza es mayor en el sector Norte de Potosí los municipios con mayor índice de pobreza que se encuentran más próximos al Río

---

<sup>8</sup> Ministerio de Desarrollo Sostenible y Planificación; Compendio de trabajos presentados al Seminario Taller; Situación Ambiental del Río Pilcomayo; Sucre-Bolivia; 1998.



Pilcomayo y sus afluentes son: Vitichi (95.8%), Cotagaita (92.2%), Yocalla (91.8%), Caiza "D" , Tupiza (71 .1%), Porco (69.6%) y Atocha (55.5%).

La pobreza extrema está ligada a las etnias (pueblos originarios) y al idioma nativo. Puede observarse mayor concentración de pobreza en las Micro regiones altas con baja potencialidad, donde el desarrollo de los suelos y de la cobertura vegetal es más incipiente y está afectada por los factores climáticos adversos. Coincidentemente, en algunas zonas más pobres se presentan procesos de degradación de los recursos naturales y del medio ambiente más severos. En las mismas existe áreas con potencial agropecuario y forestal.

La economía potosina depende principalmente del sector minero, basado en la explotación de Plata, Zinc, Plomo, Antimonio y otros. En el área rural la agricultura y la ganadería continúan siendo importantes rubros económicos de subsistencia, las áreas cultivadas, pastos naturales, y bosques son mayores que el área de barbecho, descanso, pastos cultivados y otras tierras. Con relación a la existencia de ganado, se puede observar en mayor número el ganado ovino, caprino, y camélido. Se constata que entre el período 1950-1992 el área total cultivada ha disminuido, principalmente los cultivos de maíz, cebada, quinua y haba, en cambio los cultivos de papa y trigo se ha incrementado.

El (80.8%) del número total (71,879) de las unidades agrícolas (UA), tiene un área de entre 2 y 5 has., que pueden ser consideradas como economía de subsistencia campesina, los cuales controlan sólo el 24.7 % del área total explotada (375.425.88 has) . La Propiedad Pequeña cuya UA es menor que 50 has, es del 99.5% del total de UA y controlan el 62.5% del área total de tierras agrícolas. La Propiedad Mediana, cuya UA oscila entre 50 has y 100 has es 0.36 % del total de UA y controlan el 4.5% del total de tierras agrícolas. Las Empresas Agropecuarias grandes, cuya UA es menor que 100 has, representan sólo el 0.12 % del total de UA, pero controlan el 32,9 % del área total de tierras agrícolas.



## **5.2. Estimación de los impactos ambientales en el área de influencia del proyecto**

El estudio de MITSUI (MITSUI, 1999) realizó la evaluación de los impactos ambientales causados por la actividad minera en el área de Potosí. El área de estudio comprendía a la ciudad de Potosí y 180 Kms. de la cuenca del Río La Ribera que cubre desde el origen en la ciudad de Potosí hasta el puente Méndez, cambiando de nombre a Río Aljamayu, Molino y Tarapaya y confluyendo finalmente en el Río Pilcomayo.

De acuerdo al estudio de referencia, dentro de los métodos de valoración de aspectos ambientales se utilizó uno de los más conocidos y tradicionales, el método relacionado con la producción. Este mide los cambios en la productividad de los sistemas naturales o artificiales que resultan de la implementación de un proyecto de desarrollo. Generalmente se utilizan precios de mercado para valorar estos impactos en el producto.

En el caso específico de la cuenca del Río Pilcomayo se estimó el impacto de la calidad del agua sobre la producción (agricultura, pesca y ganadería). Se elaboró una matriz que sintetiza la relación entre las causas de la contaminación y las víctimas de la contaminación. Aunque se trata de información cualitativa, ya se puede ver el gran daño ambiental que está presente en el área de estudio.

Debido a la limitación de información existente sobre el tema, desde el punto de vista del presente estudio no se justifica realizar una estimación de los daños causados por el agua contaminada por las actividades mineras. Más bien para tener una percepción global de la magnitud del impacto se tomó una estimación de la pérdida en los costos de oportunidad de la fuerza de trabajo, agricultura, ganadería y pesca.



En el estudio, sobre los problemas ambientales de la minería boliviana, los impactos estimados llegan a un monto total anual de 28,6 millones de US\$. De este monto es la fuerza de trabajo el monto más relevante, ya que constituye el 80% del total.

**Cuadro No. 7**

<b>Actividades</b>	<b>Impacto estimado en mill de US\$</b>
Fuerza de trabajo	22,7
Agricultura (área de estudio)	0,28
Agricultura (cuenca del Pilcomayo)	3,7
Ganadería	1,8
Pesca	0,2
Total	28,6

El monto estimado para la fuerza de trabajo tomó en cuenta al ingreso mínimo (400 US\$), el número de habitantes del área rural de estudio, la esperanza de vida actual (53 años) y la esperanza de vida a nivel nacional en el área rural (56,3) llegando a 22,7 millones de US\$.

El impacto estimado total llega a 28 millones de US\$.



## 6. Conclusiones

- *Es importante mencionar que para lograr el éxito y sostenibilidad del presente proyecto y en general de cualquier medida de mitigación de la contaminación, dependemos en gran medida de la voluntad política de los actores con capacidad y autoridad para hacer cumplir la Ley del Medio Ambiente. En este sentido, se hace necesario e imprescindible aplicar algún tipo de tarifa proporcional al volumen de colas descargadas por los ingenios de la zona. Si bien la aplicación de una tarifa significa un costo para los ingenios, la pérdida de beneficios es pequeña en relación a la ganancia enorme para el medio ambiente y para los afectados.*
- *El flujo de caja incremental nos muestra que desde un punto de vista financiero el proyecto es conveniente, con un beneficio neto de 4.9 millones de dólares, dado que sería más costoso el posponer la reparación del túnel y cargar con los costos de limpieza además de eventualmente tener que efectuar el proyecto de reparación.*
- *Los resultados demuestran que desde el punto de vista de la economía el proyecto es beneficioso. La marcada diferencia entre los flujos con y sin proyecto se debe a que se sabe con certeza que el túnel en el corto plazo colapsará, así el costo de limpieza del escenario “sin proyecto” es considerablemente más elevado que la inversión en el proyecto.*
- *Es importante remarcar que el análisis financiero no contempla ningún tipo de ingreso en el flujo de caja, ya que no existe ni se tiene proyectado en los documentos del proyecto ningún tipo de cobro a los usuarios (empresas o individuos que depositan sus desechos mineros). Sin embargo es altamente recomendable que los promotores y/o ejecutores del proyecto establezcan tarifas y cobros a los usuarios para financiar (por lo menos) el mantenimiento de la infraestructura dotada por el proyecto.*



**CIC**

**PROGRAMA MARCO PARA LA GESTION  
SOSTENIBLE DE LOS RECURSOS  
HÍDRICOS DE LA CUENCA DEL PLATA,  
EN RELACION CON LOS EFECTOS  
HIDROLÓGICOS DE LA VARIABILIDAD Y EL  
CAMBIO CLIMATICO**

**PROGRAMA MARCO PARA A GESTÃO  
SUSTENTAVEL DOS RECURSOS HIDRICOS  
DA BACIA DO PRATA, CONSIDERANDO OS  
EFEITOS HIDROLOGICOS DECORRENTES  
DA VARIABILIDADE E MUDANÇAS  
CLIMATICAS**



## 7. Bibliografía

**MITSUI, Mitsui Mineral Development Engineering Co. Ltd. (1999):** “The Study on Evaluation of Environmental Impact of Mining Sector in Potosí Prefecture of the Republic of Bolivia”. Draft Final Report, UNICO Internacional Co., Ltd., La Paz, Marzo 1999.

**Fundación MEDMIN;** “Valorización de los impactos ambientales de la minería en el área de la Ciudad de Potosí”; Proyecto CIPMA; 2000

**Fundación MEDMIN; Peñaloza Socorro Maria;** “Problemas ambientales de la minería Boliviana; Estudio de caso de la minería en el área de la Ciudad de Potosí; Proyecto IDRC – WRI – CIPMA; Identificando los Impactos Económicos y Ambientales de la Liberalización del Comercio: Una Aplicación al Sector Minero; 2000.

**Moeller Hans;** “Dinamitas y Contaminantes” Cooperativas mineras y su incidencia en la problemática ambiental; La Paz-2002.

**Ministerio de Desarrollo Sostenible y Planificación;** Compendio de trabajos presentados al Seminario Taller; Situación Ambiental del Río Pilcomayo; Sucre-Bolivia; 1998.



**CIC**

**PROGRAMA MARCO PARA LA GESTION  
SOSTENIBLE DE LOS RECURSOS  
HÍDRICOS DE LA CUENCA DEL PLATA,  
EN RELACION CON LOS EFECTOS  
HIDROLÓGICOS DE LA VARIABILIDAD Y EL  
CAMBIO CLIMATICO**

**PROGRAMA MARCO PARA A GESTÃO  
SUSTENTAVEL DOS RECURSOS HIDRICOS  
DA BACIA DO PRATA, CONSIDERANDO OS  
EFEITOS HIDROLOGICOS DECORRENTES  
DA VARIABILIDADE E MUDANÇAS  
CLIMATICAS**

## **Anexos**



**CIC**

**PROGRAMA MARCO PARA LA GESTION  
SOSTENIBLE DE LOS RECURSOS  
HÍDRICOS DE LA CUENCA DEL PLATA,  
EN RELACION CON LOS EFECTOS  
HIDROLÓGICOS DE LA VARIABILIDAD Y EL  
CAMBIO CLIMATICO**

**PROGRAMA MARCO PARA A GESTÃO  
SUSTENTAVEL DOS RECURSOS HIDRICOS  
DA BACIA DO PRATA, CONSIDERANDO OS  
EFEITOS HIDROLOGICOS DECORRENTES  
DA VARIABILIDADE E MUDANÇAS  
CLIMATICAS**

## **Anexo 1: Detalle de los Costos del Dique de Colas Buen Retiro Tasna**



**CIC**

PROGRAMA MARCO PARA LA GESTION SOSTENIBLE DE LOS RECURSOS HÍDRICOS DE LA CUENCA DEL PLATA, EN RELACION CON LOS EFECTOS HIDROLÓGICOS DE LA VARIABILIDAD Y EL CAMBIO CLIMATICO

PROGRAMA MARCO PARA A GESTÃO SUSTENTAVEL DOS RECURSOS HIDRICOS DA BACIA DO PRATA, CONSIDERANDO OS EFEITOS HIDROLOGICOS DECORRENTES DA VARIABILIDADE E MUDANÇAS CLIMATICAS

<b>Presupuesto general</b>			
<b>Control y Mitigación Ambiental Dique de Colas Buen Retiro Tasna</b>			
<b>Dólares americanos</b>	<b>Unid.</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio Total</b>
<b>1. Trabajos preliminares</b>			
1. Instalacion de faenas	GLB	1.00	15,870.46
2. Replanteado y trazado	M2	43,270.96	908.69
<b>Subtotal 1: Trabajos Preliminares</b>			<b>16,779.15</b>
<b>2. Conformado Final dique de colas</b>			
3. Replanteo y trazado	M2	43,199.95	864.00
4. Corte con maquinaria	M3	27,629.61	48,904.41
5. Perfilado y compactado zonas de corte	M2	18,558.22	55,489.08
6. Relleno y compactado de colas	M3	27,443.33	93,032.89
<b>Subtotal 2: Conformado final del dique de colas</b>			<b>198,290.38</b>
<b>3. Cobertura de plataforma</b>			
7. Replanteo y trazado	M2	34,430.27	688.61
8. Capa de cobertura	M3	10,324.58	59,366.34
9. Recubrimiento campo deportivo con material organico (0.4 m)	M3	2,412.76	29,170.27
<b>Subtotal 3: Cobertura de plataforma</b>			<b>89,225.21</b>
<b>4. Drenaje de plataforma</b>			
10. Replanteo y control líneas de canales	ML	1,572.09	377.30
11. Excavacion tranporte y compactación material de colas	M3	907.58	8,513.10
12. Excavacion tranporte y eliminacion de material excedente	M3	480.40	2,877.60
13. Excavacion en roca	M3	639.65	5,392.25
14. Relleno y compactado material de prestamo	M3	857.18	1,251.48
15. Encofrado y desencofrado	M2	2,282.58	14,266.13
16. Hormigon Cicopleo (180 KG/cm2) canales	M3	286.93	21,686.17
17. Hormigon armado (210 KG/cm2) losa de paso vehicular	M3	0.90	190.32
18. Juntas de dilatación C/5 M canales de H C	ML	380.93	510.45
19. Revestimiento de Hormigon simple FC-180 KG/CM2	M3	0.06	4.84



**CIC**

PROGRAMA MARCO PARA LA GESTION SOSTENIBLE DE LOS RECURSOS HÍDRICOS DE LA CUENCA DEL PLATA, EN RELACION CON LOS EFECTOS HIDROLÓGICOS DE LA VARIABILIDAD Y EL CAMBIO CLIMATICO

PROGRAMA MARCO PARA A GESTÃO SUSTENTAVEL DOS RECURSOS HIDRICOS DA BACIA DO PRATA, CONSIDERANDO OS EFEITOS HIDROLOGICOS DECORRENTES DA VARIABILIDADE E MUDANÇAS CLIMATICAS

<b>Subtotal 4: Drenaje de plataforma y zanja de control</b>			<b>55,069.64</b>
<b>5. Muro de proteccion de gaviones</b>			
20. Replanteo y trazado de muros	M2	153.48	36.84
21. Excavación en roca	M3	56.32	719.77
22. Solado de Hormigon simple (FC=100 KG/CM2)	M3	19.18	1,023.44
23. Provisión y colación de gaviones 8*10	M3	306.96	10,040.66
24. Excavacion terreno semiduro	M3	188.16	831.67
25. Relleno y compactado de material gravo arenoso	M3	180.56	2,953.96
<b>Subtotal 5: Muro de protección de gaviones</b>			<b>15,606.34</b>
<b>6. Trabajos preliminares al colocado de tuberias</b>			
26. Replanteo y control de niveles tuberias de HDPE	ML	1,003.56	551.96
27. Excavación en roca y eliminacion material suelto solera tunel	M3	26.00	727.48
28. Corte, tallado y eliminación de refuerzo de hastiales	M3	84.34	2,359.83
29. Excavacion transporte y compactacion mat. Aluvial	M3	15.38	109.81
30. Relleno de Erosiones con H C (180 KG/CM2+30% PD)	M3	144.48	12,457.07
31. Colocado y compactado material granular de asiento de Tub. HDPE	M3	164.80	2,864.22
32. Provisión de tuberias y accesorios de HDPE D=48"	GLB	1.00	164,395.42
<b>Subtotal 6: Trabajos preliminares al colocado del TUB</b>			<b>183,465.79</b>
<b>7. Colocado de tuberias y accesorios HDPD Inferiores</b>			
33. Replanteo y control lineal de la tuberia de HDPE superior	MI	564.14	310.28
34. Transporte de tuberias y accesorios al tunel y obras de dist.	PZA	118.00	715.08
35. Corte manual de tuberias de HDPE	PZA	3.00	3.96
36. Union de tuberias con abrazadera hermetica al agua	PZA	3.00	489.78
37. Union y colocado final de tuberias y accesorios de HDPE	ML	564.14	5,923.47
38. Prueba hidraulica de ductos inferiores de HDPE	ML	564.14	1,128.28
39. Encofrado y desencofrado	M2	327.39	2,186.97
40. Refuerzo de juntas y uniones de H C (180 KG/CM2 + 30 % PD)	M3	46.20	3,694.61
41. Relleno y compactado con material granular tipo I	M3	1,120.24	19,100.09



**CIC**

PROGRAMA MARCO PARA LA GESTION SOSTENIBLE DE LOS RECURSOS HÍDRICOS DE LA CUENCA DEL PLATA, EN RELACION CON LOS EFECTOS HIDROLÓGICOS DE LA VARIABILIDAD Y EL CAMBIO CLIMATICO

PROGRAMA MARCO PARA A GESTÃO SUSTENTAVEL DOS RECURSOS HIDRICOS DA BACIA DO PRATA, CONSIDERANDO OS EFEITOS HIDROLOGICOS DECORRENTES DA VARIABILIDADE E MUDANÇAS CLIMATICAS

y II			
<b>Subtotal 7: Colocado de tuberías y Acc. HDPE inferiores</b>			<b>33,552.52</b>
<b>8. Colocado de tuberías y accesorios HDPD Superiores</b>			
42. Replanteo y control lineal de la tubería de HDPE superior	ML	561.80	308.99
43. Transporte de tuberías y accesorios al tunel y obras de dist.	PZA	119.00	721.14
44. Corte manual de tuberías de HDPE	PZA	5.00	6.60
45. Union de tuberías con abrazadera hermetica al agua	PZA	4.00	653.04
46. Union y colocado final de tuberías y accesorios de HDPE	ML	561.80	5,898.90
47. Prueba hidraulica de ductos inferiores de HDPE	ML	561.80	1,123.60
48. Relleno y compactado con material granular tipo I y II	M3	537.60	9,166.08
49. Provision y colocado de Bolsacreto	M3	1,052.76	71,977.20
50. Encofrado y desencofrado	M2	19.83	132.46
51. Construccion de muros de cierre de H y C (180 KG/CM2 / 30% P.D.)	M3	3.97	300.05
<b>Subtotal 8: Colocado de tuberías y Acc. HDPE inferiores</b>			<b>90,288.07</b>
<b>9. Trabajo de interseccion tunel secundario</b>			
52. Replanteo de estructuras y control de niveles tunel secundario	M2	25.13	13.82
53. Relleno con Bolonería de piedra TAM Max 12 "	M3	23.57	455.14
54. Construccion de drenes con grava uniforme	M3	0.26	5.21
55. Solera de hormigon Ciclopeo con drenes (180 kg/CM2+30% PD)	M3	7.35	617.11
56. Encofrado y desencofrado	M2	4.28	28.59
57. Cabezal de hormigon ciclopeo (180 kg/CM2+30% PD)	M3	0.70	56.14
<b>Subtotal 9: Trabajos de interjección tunel secundario</b>			<b>1,176.00</b>



**CIC**

PROGRAMA MARCO PARA LA GESTION SOSTENIBLE DE LOS RECURSOS HÍDRICOS DE LA CUENCA DEL PLATA, EN RELACION CON LOS EFECTOS HIDROLÓGICOS DE LA VARIABILIDAD Y EL CAMBIO CLIMATICO

PROGRAMA MARCO PARA A GESTÃO SUSTENTAVEL DOS RECURSOS HIDRICOS DA BACIA DO PRATA, CONSIDERANDO OS EFEITOS HIDROLOGICOS DECORRENTES DA VARIABILIDADE E MUDANÇAS CLIMATICAS

<b>10. Sistemas de distribucion de caudales</b>			
58. Replanteo de estructuras	M2	61.38	1.84
59. Excavacion en roca y eliminacion de material suelto	M3	22.43	535.85
60. Corte y eliminacion de muros de mamposteria de piedra	M3	7.34	173.37
61. Provision de tuberias y accesorios de HDPE	GLB	1.00	2,200.64
62. Corte manual de tuberias de HDPE	PZA	1.00	1.32
63. Union de tuberias con abrazadera hermetica al agua	PZA	2.00	323.98
64. Union y colocado de tuberias y accesorios HDPE	ML	5.37	56.39
65. Encofrado y desencofrado	M2	55.65	368.40
66. Hormigon ciclopeo (180 kg/CM2+30% PD)	M3	15.07	1,138.99
67. Solado de hormigón simple (FC=100 KG/CM2)	M3	1.73	92.31
68. Provision y colocación de gaviones 8*10	M3	63.28	2,069.89
69. Revestimiento de hormigon simple FC=180 KG/CM2	M3	1.78	143.66
70. Relleno de Boloneria de piedra TAM MAX 12 "	M3	3.98	54.09
71. Hormigon armado FCK=210 KG/CM2	M3	6.79	1,125.31
72. Relleno y compactado de tuberias con material granular	M3	24.71	163.09
73. Contruccion de drenes de grava uniforme	M3	0.04	0.80
<b>Subtotal 10: Sistema de distribución de caudales</b>			<b>8,449.93</b>
<b>11. Construccion obra de salida</b>			
74. Replanteo de estructuras	M2	9.63	0.29
75. Excavación en roca y eliminación de material suelto	M3	5.94	141.91
76. mamposteria de piedra bruta	M3	10.80	502.96
77. Encofrado y desencofrado	M2	10.41	68.91
78. Hormigón coclopeo FC=180 KG/CM2 - 30% de P.D.	M3	4.93	372.61
79. Relleno y compactado de tuberias con material granular	M3	14.80	97.68
<b>Subtotal 11: Construcción Obras de salida</b>			<b>1,184.36</b>
<b>12. Trabajos de desvio de aguas</b>			
80. Provisión y teñido de TUB de PVC de 6"	ML	652.24	13,449.19
81. Transición Canal Canería de H C (180 KG/CM2 - 30% de P.D.)	M3	0.01	0.81
<b>Subtotal 12: Trabajos de desvio de aguas</b>			<b>13,449.99</b>
<b>13. Diques transversales tipo gavión</b>			
82. Replanteo de muros transversales	M2	60.00	1.80



**CIC**

PROGRAMA MARCO PARA LA GESTION SOSTENIBLE DE LOS RECURSOS HÍDRICOS DE LA CUENCA DEL PLATA, EN RELACION CON LOS EFECTOS HIDROLÓGICOS DE LA VARIABILIDAD Y EL CAMBIO CLIMATICO

PROGRAMA MARCO PARA A GESTÃO SUSTENTAVEL DOS RECURSOS HIDRICOS DA BACIA DO PRATA, CONSIDERANDO OS EFEITOS HIDROLOGICOS DECORRENTES DA VARIABILIDADE E MUDANÇAS CLIMATICAS

83. <i>Excavación en roca y eliminación material suelto</i>	M3	20.13	480.91
84. <i>Solado de Hormigon simple ( FC=100 KG/CM2)</i>	M3	1.85	98.72
85. <i>Provisión y colocación de gaviones 8*10</i>	M3	69.00	2,256.99
86. <i>Hormigón coclopeo FC=180 KG/CM2 - 30% de P.D.</i>	M3	0.18	13.60
<b>Subtotal 13: Diques Transversales Tipo Gavión</b>			<b>2,852.02</b>
<b>14. Sistema de iluminación del tunel</b>			
87. <i>Tablero de distribución</i>	GLB	1.00	1,068.80
88. <i>Iluminación incandecente</i>	PTO	139.00	3,936.48
<b>Subtotal 14: Sistema de iluminación del tunel</b>			<b>5,005.28</b>

<b>15. Transporte tuberías y accesorios</b>			
89. <i>Tranporte de tuberías y accesorios Texas-Dique Tasna</i>	GLB	1.00	258,647.73
<b>Subtotal 15: Transp. (TEXAS DIQUE TASNA) TUB. Y ACCES.</b>			<b>258,647.73</b>
<b>16. Transporte materiales La Paz-Tasna</b>			
90. <i>Tranporte de materiales</i>	KG	213,330.39	19,199.74
<b>Subtotal 16: Transporte de materiales La Paz Tasna</b>			<b>19,199.74</b>
<b>17. Movilización y desmovilización de maquinaria</b>			
91. <i>Movilización de maquinaria</i>	GLB	1.00	14,214.12
92. <i>Movilización de volquetas y aguateros</i>	GLB	1.00	8,682.90
<b>Subtotal 17: Movilización y desmovilización de maq.</b>			<b>22,897.02</b>
<b>Costo Total del Proyecto</b>			<b>1,015,139.15</b>



**CIC**

**PROGRAMA MARCO PARA LA GESTION  
SOSTENIBLE DE LOS RECURSOS  
HÍDRICOS DE LA CUENCA DEL PLATA,  
EN RELACION CON LOS EFECTOS  
HIDROLÓGICOS DE LA VARIABILIDAD Y EL  
CAMBIO CLIMATICO**

**PROGRAMA MARCO PARA A GESTÃO  
SUSTENTAVEL DOS RECURSOS HIDRICOS  
DA BACIA DO PRATA, CONSIDERANDO OS  
EFEITOS HIDROLOGICOS DECORRENTES  
DA VARIABILIDADE E MUDANÇAS  
CLIMATICAS**

## **Anexo 2: Evaluación Económica Financiera**



**CIC**

**PROGRAMA MARCO PARA LA GESTION SOSTENIBLE DE LOS RECURSOS HÍDRICOS DE LA CUENCA DEL PLATA, EN RELACION CON LOS EFECTOS HIDROLÓGICOS DE LA VARIABILIDAD Y EL CAMBIO CLIMATICO**

**PROGRAMA MARCO PARA A GESTÃO SUSTENTAVEL DOS RECURSOS HIDRICOS DA BACIA DO PRATA, CONSIDERANDO OS EFEITOS HIDROLOGICOS DECORRENTES DA VARIABILIDADE E MUDANÇAS CLIMATICAS**

**Análisis Económico, Financiero y de Riesgo**

**TABLA DE PARAMETROS**

<b>Inversiones (con Proyecto)</b>					
	Valor Miles \$US	Valor Miles Bs.	Sobrecosto	Valor Miles \$US	
Trabajos preliminares	215.1	1,828	0%	215	M \$US
Trabajos en Plataforma	144.3	1,227	0%	144	M \$US
Muro de proteccion gaviones	15.6	133	0%	16	M \$US
Trabajos en tuberías	307.3	2,612	0%	307	M \$US
Sistemas de distribucion	27.1	230	0%	27	M \$US
Tranporte tuberías y accesorios	277.8	2,362	0%	278	M \$US
Movilización de equipos	22.9	195	0%	23	M \$US
Sistema de iluminación	5.0	43	0%	5	M \$US
<b>Total</b>				<b>1,015</b>	<b>M \$US</b>

Sobrecostos de Inversión 0% del valor original estimado

<b>Inversiones (sin Proyecto)</b>					
	Valor Miles \$US	Valor Miles Bs.	Sobrecosto	Valor Miles \$US	
Apertura de Camino	500.0	4,250.0	0%	500	M \$US
Limpieza y traslado de colas	1,146.0	3.0	0%	1,146	M \$US
Apertura de Fosas	3,820.0	60.0	0%	3,820	M \$US
Movilización de equipos	26.2	2.0	0%	26	M \$US
<b>Total</b>				<b>5,492.2</b>	<b>M \$US</b>

Sobrecostos de Inversión 0% del valor original estimado

<b>Financiamiento</b>					
659.5 Miles de \$US					
65% de la inversión (en \$us reales)					
	Plazo Años	Gracia Años	Tasa %	Comisión %	C. Finan. %
<b>Términos: Pagos iguales</b>	10	2	4.00%	0.75%	1.00%

<b>Costos de Mantenimiento</b>		
<b>Mantenimiento Rutinario</b>	21,615	\$US/Km/año
Cambio Mant. Rutinario Proy.	0%	
<b>Mantenimiento Periódico</b>	-	\$US/Km/5 años
Cambio Mant. Periódico Proy.	0%	

<b>Tasas de descuento</b>		
Tasa de descuento real en US\$	8.0%	Anual
Tasa de descuento nominal en US\$	10.2%	Anual
Tasa de descuento real en Bs.	8.0%	Anual
Tasa de descuento nominal en Bs.	13.4%	Anual
Costo de Oportunidad Económico del Capital	12.07%	Anual

<b>Capital de Trabajo</b>		
Cuentas por cobrar	-	
Cuentas por pagar	8.3%	de costos de inversión
Saldo de efectivo	16.7%	de costos de mantenimiento

<b>Costos Económicos</b>	
<b>Factores de Conversión</b>	
<b>Inversiones</b>	
Trabajos preliminares	0.69
Trabajos en Plataforma	0.87
Muro de proteccion gaviones	0.87
Trabajos en tuberías	0.88
Sistemas de distribucion	0.90
Tranporte tuberías y accesorios	0.92
Movilización de equipos	0.62
Sistema de iluminación	0.92
Apertura de Camino	0.81
Limpieza y traslado de colas	0.78
Apertura de Fosas	0.61
<b>Mantenimiento</b>	0.78
Cambio en los Factores de conversión	0%
<b>Prima Económica de la Divisa</b>	1.16 (FOREX)

<b>Beneficios Económicos</b>	
<b>Beneficios Directos</b>	
Cambio en los Beneficios Directos estimados	0%

<b>Valores Residuales</b>	
Valor Residual	- \$US

<b>Variables Macroeconomicas</b>		
Tipo de cambio real (año 2005)		8.5 Bs./\$US
Promedio de Inflación Domestica	5.0%	Anual
Promedio de Inflación Externa (EE.UU.)	2.0%	Anual

**Proyecto Piloto Demostrativo Pilcomayo: Control de la Contaminación y Erosión**  
**Evaluación Económica Financiera**  
 PPD Pilcomayo: Evaluación Económica- Financiera



**CIC**

**PROGRAMA MARCO PARA LA GESTION  
SOSTENIBLE DE LOS RECURSOS  
HÍDRICOS DE LA CUENCA DEL PLATA,  
EN RELACION CON LOS EFECTOS  
HIDROLÓGICOS DE LA VARIABILIDAD Y EL  
CAMBIO CLIMATICO**

**PROGRAMA MARCO PARA A GESTÃO  
SUSTENTAVEL DOS RECURSOS HIDRICOS  
DA BACIA DO PRATA, CONSIDERANDO OS  
EFEITOS HIDROLOGICOS DECORRENTES  
DA VARIABILIDADE E MUDANÇAS  
CLIMATICAS**

**TABLA DE INFLACION Y TIPO DE CAMBIO**

Año	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Cambios en la tasa de inflación	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tasa de inflación domestica	5.0%	5.0%	5.0%	5.0%	5.0%	5.0%	5.0%	5.0%	5.0%	5.0%	5.0%	5.0%	5.0%	5.0%	5.0%	5.0%	5.0%
Indice de inflación domestica	1.00	1.05	1.10	1.16	1.22	1.28	1.34	1.41	1.48	1.55	1.63	1.71	1.80	1.89	1.98	2.08	2.18
Tasa de inflación EE.UU.	2.0%																
Indice de inflación EE.UU.	1.00	1.02	1.04	1.06	1.08	1.10	1.13	1.15	1.17	1.20	1.22	1.24	1.27	1.29	1.32	1.35	1.37
Tasa de inflación relativa	1.000	1.029	1.060	1.091	1.123	1.156	1.190	1.225	1.261	1.298	1.336	1.376	1.416	1.458	1.501	1.545	1.590
Tipo de cambio real	8.50	8.50	8.50	8.50	8.50	8.50	8.50	8.50	8.50	8.50	8.50	8.50	8.50	8.50	8.50	8.50	8.50
Tipo de cambio nominal	8.50	8.75	9.01	9.27	9.54	9.83	10.11	10.41	10.72	11.03	11.36	11.69	12.04	12.39	12.75	13.13	13.52



**CIC**

**PROGRAMA MARCO PARA LA GESTION SOSTENIBLE DE LOS RECURSOS HÍDRICOS DE LA CUENCA DEL PLATA, EN RELACION CON LOS EFECTOS HIDROLÓGICOS DE LA VARIABILIDAD Y EL CAMBIO CLIMATICO**

**PROGRAMA MARCO PARA A GESTÃO SUSTENTAVEL DOS RECURSOS HIDRICOS DA BACIA DO PRATA, CONSIDERANDO OS EFEITOS HIDROLOGICOS DECORRENTES DA VARIABILIDADE E MUDANÇAS CLIMATICAS**

**CUADRO DE INVERSIONES**

**Con Proyecto**

Año	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
<b>En Miles de \$US Reales (2006)</b>																	
Trabajos preliminares	215.1																
Trabajos en Plataforma	144.3																
Muro de proteccion gaviones	15.6																
Trabajos en tuberias	307.3																
Sistemas de distribucion	27.1																
Tranporte tuberias y accesorios	277.8																
Movilización de equipos	22.9																
Sistema de iluminación	5.0																
<b>TOTAL</b>	<b>1,015.1</b>																
<b>En Miles de \$US Corrientes</b>																	
Trabajos preliminares	215.1	-															
Trabajos en Plataforma	144.3	-															
Muro de proteccion gaviones	15.6	-															
Trabajos en tuberias	307.3	-															
Sistemas de distribucion	27.1	-															
Tranporte tuberias y accesorios	277.8	-															
Movilización de equipos	22.9	-															
Sistema de iluminación	5.0	-															
<b>TOTAL</b>	<b>1,015.1</b>	<b>-</b>															



**CIC**

**PROGRAMA MARCO PARA LA GESTION  
SOSTENIBLE DE LOS RECURSOS  
HÍDRICOS DE LA CUENCA DEL PLATA,  
EN RELACION CON LOS EFECTOS  
HIDROLÓGICOS DE LA VARIABILIDAD Y EL  
CAMBIO CLIMATICO**

**PROGRAMA MARCO PARA A GESTÃO  
SUSTENTAVEL DOS RECURSOS HIDRICOS  
DA BACIA DO PRATA, CONSIDERANDO OS  
EFEITOS HIDROLOGICOS DECORRENTES  
DA VARIABILIDADE E MUDANÇAS  
CLIMATICAS**

**CUADRO DE INVERSIONES**

**Sin Proyecto**

Año	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
<b>En Miles de \$US Reales (2006)</b>																	
Trabajos preliminares			215.07														
Trabajos en Plataforma			144.29														
Muro de proteccion gaviones			15.61														
Trabajos en tuberías			307.31														
Sistemas de distribucion			27.11														
Tranporte tuberías y accesorios			277.85														
Movilización de equipos		26.2	22.90														
Sistema de iluminación			5.01														
Apertura de Camino		500.0															
Limpieza y traslado de colas		1,146.0															
Apertura de Fosas		3,820.0															
<b>TOTAL</b>	-	<b>5,492.2</b>	<b>1,015.1</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>En Miles de \$US Corrientes</b>																	
Trabajos preliminares	-	-	223.8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Trabajos en Plataforma	-	-	150.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Muro de proteccion gaviones	-	-	16.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Trabajos en tuberías	-	-	319.7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sistemas de distribucion	-	-	28.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tranporte tuberías y accesorios	-	-	289.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Movilización de equipos	-	26.7	23.8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sistema de iluminación	-	-	5.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Apertura de Camino	-	510.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Limpieza y traslado de colas	-	1,168.9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Apertura de Fosas	-	3,896.4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>TOTAL</b>	-	<b>5,602.0</b>	<b>1,056.2</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-



**CIC**

**PROGRAMA MARCO PARA LA GESTION  
SOSTENIBLE DE LOS RECURSOS  
HÍDRICOS DE LA CUENCA DEL PLATA,  
EN RELACION CON LOS EFECTOS  
HIDROLÓGICOS DE LA VARIABILIDAD Y EL  
CAMBIO CLIMATICO**

**PROGRAMA MARCO PARA A GESTÃO  
SUSTENTAVEL DOS RECURSOS HIDRICOS  
DA BACIA DO PRATA, CONSIDERANDO OS  
EFEITOS HIDROLOGICOS DECORRENTES  
DA VARIABILIDADE E MUDANÇAS  
CLIMATICAS**

**CUADRO DE FINANCIAMIENTO \***

Año	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
<b>Desembolsos y Repagos en Miles de \$US (corrientes)</b>																	
<b>Desembolso</b>	659.5	-															
Saldo al Pricipio del Año	-	659.5	659.5	659.5	589.8	516.8	440.4	360.3	276.4	188.5	96.4						
Interés	31.3	31.3	31.3	31.3	28.0	24.5	20.9	17.1	13.1	9.0	4.6						
<b>Pago Total</b>	31.3	31.3	31.3	101.0	101.0	101.0	101.0	101.0	101.0	101.0	101.0						
Principal				69.7	73.0	76.5	80.1	83.9	87.9	92.1	96.4						
Interés	31.3	31.3	31.3	31.3	28.0	24.5	20.9	17.1	13.1	9.0	4.6						
Préstamo a Fin de Año	659.5	659.5	659.5	589.8	516.8	440.4	360.3	276.4	188.5	96.4	0.0						
Comisión de Financiamiento	6.6																

\* Se toman supuestos propios en base a datos generales de financiamiento postulados en la Tabla de Parámetros.



**CIC**

**PROGRAMA MARCO PARA LA GESTION  
SOSTENIBLE DE LOS RECURSOS  
HÍDRICOS DE LA CUENCA DEL PLATA,  
EN RELACION CON LOS EFECTOS  
HIDROLÓGICOS DE LA VARIABILIDAD Y EL  
CAMBIO CLIMATICO**

**PROGRAMA MARCO PARA A GESTÃO  
SUSTENTAVEL DOS RECURSOS HIDRICOS  
DA BACIA DO PRATA, CONSIDERANDO OS  
EFEITOS HIDROLOGICOS DECORRENTES  
DA VARIABILIDADE E MUDANÇAS  
CLIMATICAS**



**CIC**

**PROGRAMA MARCO PARA LA GESTION SOSTENIBLE DE LOS RECURSOS HÍDRICOS DE LA CUENCA DEL PLATA, EN RELACION CON LOS EFECTOS HIDROLÓGICOS DE LA VARIABILIDAD Y EL CAMBIO CLIMATICO**

**PROGRAMA MARCO PARA A GESTÃO SUSTENTAVEL DOS RECURSOS HIDRICOS DA BACIA DO PRATA, CONSIDERANDO OS EFEITOS HIDROLOGICOS DECORRENTES DA VARIABILIDADE E MUDANÇAS CLIMATICAS**

**COSTOS DE MANTENIMIENTO**

Año	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
<b>En \$US Reales (2006)</b>																	
Mantenimiento Rutinario	-	21,615	21,615	21,615	21,615	21,615	21,615	21,615	21,615	21,615	21,615	21,615	21,615	21,615	21,615	21,615	21,615
Mantenimiento Periódico	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
TOTAL	-	21,615	21,615	21,615	21,615	21,615	21,615	21,615	21,615	21,615	21,615	21,615	21,615	21,615	21,615	21,615	21,615
<b>En \$US Corrientes</b>																	
Mantenimiento Rutinario	-	22,047	22,488	22,938	23,396	23,864	24,342	24,829	25,325	25,832	26,348	26,875	27,413	27,961	28,520	29,091	29,091
Mantenimiento Periódico	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
TOTAL	-	22,047	22,488	22,938	23,396	23,864	24,342	24,829	25,325	25,832	26,348	26,875	27,413	27,961	28,520	29,091	29,091

**CAPITAL DE TRABAJO**

**En \$US. Corrientes**

Año	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Cuentas por cobrar	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cuentas por pagar	84,595	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Saldo de efectivo	-	3,675	3,748	3,823	3,899	3,977	4,057	4,138	4,221	4,305	4,391	4,479	4,569	4,660	4,753	4,848	-
Cambio en cuentas por cobrar	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cambio en cuentas por pagar	(84,595)	84,595	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cambio en saldo de efectivo	-	(3,675)	(73)	(75)	(76)	(78)	(80)	(81)	(83)	(84)	(86)	(88)	(90)	(91)	(93)	(95)	4,848



CIC

PROGRAMA MARCO PARA LA GESTION  
SOSTENIBLE DE LOS RECURSOS  
HÍDRICOS DE LA CUENCA DEL PLATA,  
EN RELACION CON LOS EFECTOS  
HIDROLÓGICOS DE LA VARIABILIDAD Y EL  
CAMBIO CLIMATICO

PROGRAMA MARCO PARA A GESTÃO  
SUSTENTAVEL DOS RECURSOS HIDRICOS  
DA BACIA DO PRATA, CONSIDERANDO OS  
EFEITOS HIDROLOGICOS DECORRENTES  
DA VARIABILIDADE E MUDANÇAS  
CLIMATICAS

**FLUJO DE CAJA CON PROYECTO: Inversión Total**

En Miles de \$US. Corrientes

Año	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
<b>INGRESOS *</b>																	
<b>EGRESOS</b>																	
<b>Inversiones</b>																	
Trabajos preliminares	215.07	-															
Trabajos en Plataforma	144.29	-															
Muro de proteccion gaviones	15.61	-															
Trabajos en tuberías	307.31	-															
Sistemas de distribución	27.11	-															
Tranporte tuberías y accesorios	277.85	-															
Movilización de equipos	22.90	-															
Sistema de iluminación	5.01	-															
Apertura de Camino																	
Limpieza y traslado de colas																	
Apertura de Fosas																	
<b>Mantenimiento</b>																	
Mantenimiento Rutinario	-	22.05	22.49	22.94	23.40	23.86	24.34	24.83	25.33	25.83	26.35	26.88	27.41	27.96	28.52	29.09	-
Mantenimiento Periódico	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Cambio en C. x Pagar</b>	(84.59)	84.59	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Cambio en S. Efectivo</b>	-	(3.67)	(0.07)	(0.07)	(0.08)	(0.08)	(0.08)	(0.08)	(0.08)	(0.08)	(0.09)	(0.09)	(0.09)	(0.09)	(0.09)	(0.10)	4.85
<b>Total de Egresos</b>	930.54	106.6	22.49	22.94	23.40	23.86	24.34	24.83	25.33	25.83	26.35	26.88	27.41	27.96	28.52	29.09	-
<b>FLUJO DE CAJA NETO</b>	(930.54)	(106.64)	(22.49)	(22.94)	(23.40)	(23.86)	(24.34)	(24.83)	(25.33)	(25.83)	(26.35)	(26.88)	(27.41)	(27.96)	(28.52)	(29.09)	-

\* No se prevé el cobro por el deposito de colas a los cooperativistas mineros, sin embargo es recomendable que en un futuro el mantenimiento (periodico y rutinario) sea financiado por los usuarios.



**CIC**

**PROGRAMA MARCO PARA LA GESTION  
SOSTENIBLE DE LOS RECURSOS  
HÍDRICOS DE LA CUENCA DEL PLATA,  
EN RELACION CON LOS EFECTOS  
HIDROLÓGICOS DE LA VARIABILIDAD Y EL  
CAMBIO CLIMATICO**

**PROGRAMA MARCO PARA A GESTÃO  
SUSTENTAVEL DOS RECURSOS HIDRICOS  
DA BACIA DO PRATA, CONSIDERANDO OS  
EFEITOS HIDROLOGICOS DECORRENTES  
DA VARIABILIDADE E MUDANÇAS  
CLIMATICAS**



**CIC**

**PROGRAMA MARCO PARA LA GESTION SOSTENIBLE DE LOS RECURSOS HÍDRICOS DE LA CUENCA DEL PLATA, EN RELACION CON LOS EFECTOS HIDROLÓGICOS DE LA VARIABILIDAD Y EL CAMBIO CLIMATICO**

**PROGRAMA MARCO PARA A GESTÃO SUSTENTAVEL DOS RECURSOS HIDRICOS DA BACIA DO PRATA, CONSIDERANDO OS EFEITOS HIDROLOGICOS DECORRENTES DA VARIABILIDADE E MUDANÇAS CLIMATICAS**

**FLUJO DE CAJA CON PROYECTO: Propietario**

En Miles de \$US. Corrientes

Año	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
<b>INGRESOS *</b>																	
Desembolso	659																
<b>EGRESOS</b>																	
<b>Inversiones</b>																	
Trabajos preliminares	215.07	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Trabajos en Plataforma	144.29	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Muro de proteccion gaviones	15.61	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Trabajos en tuberias	307.31	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sistemas de distribucion	27.11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tranporte tuberias y accesorio	277.85	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Movilización de equipos	22.90	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sistema de iluminacion	5.01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Apertura de Camino																	
Limpieza y traslado de colas																	
Apertura de Fosas																	
<b>Mantenimiento</b>																	
Mantenimiento Rutinario	-	22.05	22.49	22.94	23.40	23.86	24.34	24.83	25.33	25.83	26.35	26.88	27.41	27.96	28.52	29.09	-
Mantenimiento Periódico	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Cambio en C. x Pagar</b>	(84.59)	84.59	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Cambio en S. Efectivo</b>	-	(3.67)	(0.07)	(0.07)	(0.08)	(0.08)	(0.08)	(0.08)	(0.08)	(0.08)	(0.09)	(0.09)	(0.09)	(0.09)	(0.09)	(0.10)	4.85
<b>Repago de la Deuda</b>																	
Capital	-	-	-	69.68	72.99	76.46	80.09	83.90	87.88	92.06	96.43	-	-	-	-	-	-
Intereses	37.92	31.33	31.33	31.33	28.02	24.55	20.92	17.11	13.13	8.95	4.58	-	-	-	-	-	-
<b>Total de Egresos</b>	968.46	134.3	53.74	123.87	124.33	124.79	125.27	125.76	126.25	126.76	127.27	26.79	27.32	27.87	28.43	29.00	4.85
<b>FLUJO DE CAJA NETO</b>	(309)	(134)	(54)	(124)	(124)	(125)	(125)	(126)	(126)	(127)	(127)	(27)	(27)	(28)	(28)	(29)	(5)

\* No se preve el cobro por el deposito de colas a los cooperativistas mineros, sin embargo es recomendable que en un futuro el mantenimiento (periodico y rutinario) sea financiado por los usuarios.



**CIC**

**PROGRAMA MARCO PARA LA GESTION  
SOSTENIBLE DE LOS RECURSOS  
HÍDRICOS DE LA CUENCA DEL PLATA,  
EN RELACION CON LOS EFECTOS  
HIDROLÓGICOS DE LA VARIABILIDAD Y EL  
CAMBIO CLIMATICO**

**PROGRAMA MARCO PARA A GESTÃO  
SUSTENTAVEL DOS RECURSOS HIDRICOS  
DA BACIA DO PRATA, CONSIDERANDO OS  
EFEITOS HIDROLOGICOS DECORRENTES  
DA VARIABILIDADE E MUDANÇAS  
CLIMATICAS**

***FLUJO DE CAJA SIN PROYECTO: Inversión Total***

En Miles de \$US. Corrientes

Año	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
<b>INGRESOS *</b>																	
<b>EGRESOS</b>																	
<b>Inversiones</b>																	
Trabajos preliminares	-	-	223.76	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Trabajos en Plataforma	-	-	150.12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Muro de proteccion gaviones	-	-	16.24	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Trabajos en tuberías	-	-	319.72	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sistemas de distribución	-	-	28.21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tranporte tuberías y accesorios	-	-	289.07	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Movilización de equipos	-	26.75	23.82	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sistema de iluminación	-	-	5.21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Apertura de Camino	-	510.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Limpieza y traslado de colas	-	1,168.92	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Apertura de Fosas	-	3,896.36	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Mantenimiento</b>																	
Mantenimiento Rutinario				22.94	23.40	23.86	24.34	24.83	25.33	25.83	26.35	26.88	27.41	27.96	28.52	29.09	-
Mantenimiento Periódico				-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Cambio en C. x Pagar</b>																	
<b>Cambio en S. Efectivo</b>				(0.07)	(0.08)	(0.08)	(0.08)	(0.08)	(0.08)	(0.08)	(0.09)	(0.09)	(0.09)	(0.09)	(0.09)	(0.10)	4.85
<b>Total de Egresos</b>	-	5,602.03	1,056.15	22.86	23.32	23.79	24.26	24.75	25.24	25.75	26.26	26.79	27.32	27.87	28.43	29.00	4.85
<b>FLUJO DE CAJA NETO</b>	-	(5,602.0)	(1,056.2)	(22.9)	(23.3)	(23.8)	(24.3)	(24.7)	(25.2)	(25.7)	(26.3)	(26.8)	(27.3)	(27.9)	(28.4)	(29.0)	(4.8)

\* No se prevé el cobro por el deposito de colas a los cooperativistas mineros, sin embargo es recomendable que en un futuro el mantenimiento (periodico y rutinario) sea financiado por los usuarios.



**CIC**

**PROGRAMA MARCO PARA LA GESTION  
SOSTENIBLE DE LOS RECURSOS  
HÍDRICOS DE LA CUENCA DEL PLATA,  
EN RELACION CON LOS EFECTOS  
HIDROLÓGICOS DE LA VARIABILIDAD Y EL  
CAMBIO CLIMATICO**

**PROGRAMA MARCO PARA A GESTÃO  
SUSTENTAVEL DOS RECURSOS HIDRICOS  
DA BACIA DO PRATA, CONSIDERANDO OS  
EFEITOS HIDROLOGICOS DECORRENTES  
DA VARIABILIDADE E MUDANÇAS  
CLIMATICAS**



**CIC**

**PROGRAMA MARCO PARA LA GESTION SOSTENIBLE DE LOS RECURSOS HÍDRICOS DE LA CUENCA DEL PLATA, EN RELACION CON LOS EFECTOS HIDROLÓGICOS DE LA VARIABILIDAD Y EL CAMBIO CLIMATICO**

**PROGRAMA MARCO PARA A GESTÃO SUSTENTAVEL DOS RECURSOS HIDRICOS DA BACIA DO PRATA, CONSIDERANDO OS EFEITOS HIDROLOGICOS DECORRENTES DA VARIABILIDADE E MUDANÇAS CLIMATICAS**

***FLUJO DE CAJA INCREMENTAL (Con Proyecto - Sin Proyecto)***

En Miles de \$US. Corrientes

Año	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
<b>INGRESOS *</b>																	
<b>EGRESOS</b>																	
<b>Inversiones</b>																	
Trabajos preliminares	215.07	-	(223.76)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Trabajos en Plataforma	144.29	-	(150.12)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Muro de proteccion gaviones	15.61	-	(16.24)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Trabajos en tuberías	307.31	-	(319.72)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sistemas de distribución	27.11	-	(28.21)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tranporte tuberías y accesorios	277.85	-	(289.07)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Movilización de equipos	22.90	(26.75)	(23.82)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sistema de iluminación	5.01	-	(5.21)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Apertura de Camino	-	(510.00)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Limpieza y traslado de colas	-	(1,168.92)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Apertura de Fosas	-	(3,896.36)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Mantenimiento</b>																	
Mantenimiento Rutinario	-	22.05	22.49	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Mantenimiento Periódico	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Cambio en C. x Pagar</b>	(84.59)	84.59	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Cambio en S. Efectivo</b>	-	(3.67)	(0.07)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Total de Egresos</b>	930.54	(5,495.4)	(1,033.66)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>FLUJO DE CAJA NETO</b>	(930.5)	5,495.4	1,033.7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

\* No se preve el cobro por el deposito de colas a los cooperativistas mineros, sin embargo es recomendable que en un futuro el mantenimiento (periodico y rutinario) sea financiado por los usuarios.



**CIC**

**PROGRAMA MARCO PARA LA GESTION  
SOSTENIBLE DE LOS RECURSOS  
HÍDRICOS DE LA CUENCA DEL PLATA,  
EN RELACION CON LOS EFECTOS  
HIDROLÓGICOS DE LA VARIABILIDAD Y EL  
CAMBIO CLIMATICO**

**PROGRAMA MARCO PARA A GESTÃO  
SUSTENTAVEL DOS RECURSOS HIDRICOS  
DA BACIA DO PRATA, CONSIDERANDO OS  
EFEITOS HIDROLOGICOS DECORRENTES  
DA VARIABILIDADE E MUDANÇAS  
CLIMATICAS**

**FLUJO DE CAJA CON PROYECTO: Inversión Total**

En Miles de \$US. Reales (2006)

Año	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
<b>INGRESOS *</b>																	
<b>EGRESOS</b>																	
<b>Inversiones</b>																	
Trabajos preliminares	215.07	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Trabajos en Plataforma	144.29	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Muro de proteccion gaviones	15.61	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Trabajos en tuberias	307.31	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sistemas de distribucion	27.11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tranporte tuberias y accesorios	277.85	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Movilización de equipos	22.90	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sistema de iluminación	5.01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Apertura de Camino	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Limpieza y traslado de colas	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Apertura de Fosas	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Mantenimiento</b>																	
Mantenimiento Rutinario	-	21.61	21.61	21.61	21.61	21.61	21.61	21.61	21.61	21.61	21.61	21.61	21.61	21.61	21.61	21.61	-
Mantenimiento Periódico	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Cambio en C. x Pagar</b>	(84.59)	82.94	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Cambio en S. Efectivo</b>	-	(3.60)	(0.07)	(0.07)	(0.07)	(0.07)	(0.07)	(0.07)	(0.07)	(0.07)	(0.07)	(0.07)	(0.07)	(0.07)	(0.07)	(0.07)	3.53
<b>Total de Egresos</b>	930.54	104.6	21.61	21.61	21.61	21.61	21.61	21.61	21.61	21.61	21.61	21.61	21.61	21.61	21.61	21.61	-
<b>FLUJO DE CAJA NETO</b>	(930.54)	(104.55)	(21.61)	(21.61)	(21.61)	(21.61)	(21.61)	(21.61)	(21.61)	(21.61)	(21.61)	(21.61)	(21.61)	(21.61)	(21.61)	(21.61)	-

\* No se preve el cobro por el deposito de colas a los cooperativistas mineros, sin embargo es recomendable que en un futuro el mantenimiento (periodico y rutinario) sea financiado por los usuarios.



**CIC**

**PROGRAMA MARCO PARA LA GESTION  
SOSTENIBLE DE LOS RECURSOS  
HÍDRICOS DE LA CUENCA DEL PLATA,  
EN RELACION CON LOS EFECTOS  
HIDROLÓGICOS DE LA VARIABILIDAD Y EL  
CAMBIO CLIMATICO**

**PROGRAMA MARCO PARA A GESTÃO  
SUSTENTAVEL DOS RECURSOS HIDRICOS  
DA BACIA DO PRATA, CONSIDERANDO OS  
EFEITOS HIDROLOGICOS DECORRENTES  
DA VARIABILIDADE E MUDANÇAS  
CLIMATICAS**



**CIC**

**PROGRAMA MARCO PARA LA GESTION  
SOSTENIBLE DE LOS RECURSOS  
HÍDRICOS DE LA CUENCA DEL PLATA,  
EN RELACION CON LOS EFECTOS  
HIDROLÓGICOS DE LA VARIABILIDAD Y EL  
CAMBIO CLIMATICO**

**PROGRAMA MARCO PARA A GESTÃO  
SUSTENTAVEL DOS RECURSOS HIDRICOS  
DA BACIA DO PRATA, CONSIDERANDO OS  
EFEITOS HIDROLOGICOS DECORRENTES  
DA VARIABILIDADE E MUDANÇAS  
CLIMATICAS**

***FLUJO DE CAJA CON PROYECTO: Propietario***

En Miles de \$US. Reales (2006)

Año	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
<b>INGRESOS *</b>																	
<b>Desembolso</b>	659.49																
<b>EGRESOS</b>																	
<b>Inversiones</b>																	
Trabajos preliminares	215.07	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Trabajos en Plataforma	144.29	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Muro de proteccion gaviones	15.61	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Trabajos en tuberias	307.31	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sistemas de distribucion	27.11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tranporte tuberias y accesorio	277.85	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Movilización de equipos	22.90	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sistema de iluminación	5.01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Apertura de Camino	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Limpieza y traslado de colas	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Apertura de Fosas	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Mantenimiento</b>																	
Mantenimiento Rutinario	-	21.61	21.61	21.61	21.61	21.61	21.61	21.61	21.61	21.61	21.61	21.61	21.61	21.61	21.61	21.61	-
Mantenimiento Periódico	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Cambio en C. x Pagar</b>	(84.59)	82.94	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Cambio en S. Efectivo</b>	-	(3.60)	(0.07)	(0.07)	(0.07)	(0.07)	(0.07)	(0.07)	(0.07)	(0.07)	(0.07)	(0.07)	(0.07)	(0.07)	(0.07)	(0.07)	3.53
<b>Repago de la Deuda</b>																	
Capital	-	-	-	65.66	67.43	69.25	71.12	73.04	75.01	77.03	79.10	-	-	-	-	-	-
Intereses	37.92	30.71	30.11	29.52	25.88	22.23	18.57	14.90	11.20	7.49	3.76	-	-	-	-	-	-
<b>Total de Egresos</b>	968.46	131.7	51.65	116.73	114.86	113.03	111.24	109.48	107.75	106.06	104.41	21.54	21.54	21.54	21.54	21.54	3.53
<b>FLUJO DE CAJA NETO</b>	(309)	(132)	(52)	(117)	(115)	(113)	(111)	(109)	(108)	(106)	(104)	(22)	(22)	(22)	(22)	(22)	(4)

\* No se preve el cobro por el deposito de colas a los cooperativistas mineros, sin embargo es recomendable que en un futuro el mantenimiento (periodico y rutinario) sea financiado por los usuarios.



**CIC**

**PROGRAMA MARCO PARA LA GESTION SOSTENIBLE DE LOS RECURSOS HÍDRICOS DE LA CUENCA DEL PLATA, EN RELACION CON LOS EFECTOS HIDROLÓGICOS DE LA VARIABILIDAD Y EL CAMBIO CLIMATICO**

**PROGRAMA MARCO PARA A GESTÃO SUSTENTAVEL DOS RECURSOS HIDRICOS DA BACIA DO PRATA, CONSIDERANDO OS EFEITOS HIDROLOGICOS DECORRENTES DA VARIABILIDADE E MUDANÇAS CLIMATICAS**

**FLUJO DE CAJA SIN PROYECTO: Inversión Total**

En Miles de \$US. Reales (2006)

Año	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
<b>INGRESOS *</b>																	
<b>EGRESOS</b>																	
<b>Inversiones</b>																	
Trabajos preliminares	-	-	215.07	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Trabajos en Plataforma	-	-	144.29	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Muro de proteccion gaviones	-	-	15.61	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Trabajos en tuberías	-	-	307.31	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sistemas de distribución	-	-	27.11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tranporte tuberías y accesorios	-	-	277.85	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Movilización de equipos	-	26.22	22.90	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sistema de iluminación	-	-	5.01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Apertura de Camino	-	500.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Limpieza y traslado de colas	-	1,146.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Apertura de Fosas	-	3,819.96	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Mantenimiento</b>																	
Mantenimiento Rutinario	-	-	-	21.61	21.61	21.61	21.61	21.61	21.61	21.61	21.61	21.61	21.61	21.61	21.61	21.61	-
Mantenimiento Periódico	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Cambio en C. x Pagar</b>																	
<b>Cambio en S. Efectivo</b>	-	-	-	(0.07)	(0.07)	(0.07)	(0.07)	(0.07)	(0.07)	(0.07)	(0.07)	(0.07)	(0.07)	(0.07)	(0.07)	(0.07)	3.53
<b>Total de Egresos</b>	-	5,492.18	1,015.14	21.54	21.54	21.54	21.54	21.54	21.54	21.54	21.54	21.54	21.54	21.54	21.54	21.54	3.53
<b>FLUJO DE CAJA NETO</b>	-	(5,492.2)	(1,015.1)	(21.5)	(21.5)	(21.5)	(21.5)	(21.5)	(21.5)	(21.5)	(21.5)	(21.5)	(21.5)	(21.5)	(21.5)	(21.5)	(3.5)

\* No se preve el cobro por el deposito de colas a los cooperativistas mineros, sin embargo es recomendable que en un futuro el mantenimiento (periodico y rutinario) sea financiado por los usuarios.



**CIC**

**PROGRAMA MARCO PARA LA GESTION SOSTENIBLE DE LOS RECURSOS HÍDRICOS DE LA CUENCA DEL PLATA, EN RELACION CON LOS EFECTOS HIDROLÓGICOS DE LA VARIABILIDAD Y EL CAMBIO CLIMATICO**

**PROGRAMA MARCO PARA A GESTÃO SUSTENTAVEL DOS RECURSOS HIDRICOS DA BACIA DO PRATA, CONSIDERANDO OS EFEITOS HIDROLOGICOS DECORRENTES DA VARIABILIDADE E MUDANÇAS CLIMATICAS**

**FLUJO DE CAJA INCREMENTAL (Con Proyecto - Sin Proyecto)**

En Miles de \$US. Reales (2006)

Año	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
<b>INGRESOS *</b>																	
<b>EGRESOS</b>																	
<b>Inversiones</b>																	
Trabajos preliminares	215.07	-	(215.07)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Trabajos en Plataforma	144.29	-	(144.29)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Muro de proteccion gaviones	15.61	-	(15.61)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Trabajos en tuberías	307.31	-	(307.31)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sistemas de distribución	27.11	-	(27.11)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tranporte tuberías y accesorios	277.85	-	(277.85)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Movilización de equipos	22.90	(26.22)	(22.90)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sistema de iluminación	5.01	-	(5.01)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Apertura de Camino	-	(500.00)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Limpieza y traslado de colas	-	(1,146.00)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Apertura de Fosas	-	(3,819.96)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Mantenimiento</b>																	
Mantenimiento Rutinario	-	21.61	21.61	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Mantenimiento Periódico	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Cambio en C. x Pagar</b>	(84.59)	82.94	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Cambio en S. Efectivo</b>	-	(3.60)	(0.07)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Total de Egresos</b>	930.54	(5,387.6)	(993.52)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>FLUJO DE CAJA NETO</b>	(930.5)	5,387.6	993.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

\* No se preve el cobro por el deposito de colas a los cooperativistas mineros, sin embargo es recomendable que en un futuro el mantenimiento (periódico y rutinario) sea financiado por los usuarios.



**CIC**

**PROGRAMA MARCO PARA LA GESTION SOSTENIBLE DE LOS RECURSOS HÍDRICOS DE LA CUENCA DEL PLATA, EN RELACION CON LOS EFECTOS HIDROLÓGICOS DE LA VARIABILIDAD Y EL CAMBIO CLIMATICO**

**PROGRAMA MARCO PARA A GESTÃO SUSTENTAVEL DOS RECURSOS HIDRICOS DA BACIA DO PRATA, CONSIDERANDO OS EFEITOS HIDROLOGICOS DECORRENTES DA VARIABILIDADE E MUDANÇAS CLIMATICAS**

***FLUJO DE CAJA INCREMENTAL: Economía Nacional***

En Miles de \$US. Reales (2006)

Año	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
<b>INGRESOS *</b>																	
<b>EGRESOS</b>																	
<b>Inversiones</b>																	
Trabajos preliminares	148.10	-	(148.10)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Trabajos en Plataforma	125.85	-	(125.85)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Muro de proteccion gaviones	13.51	-	(13.51)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Trabajos en tuberías	271.21	-	(271.21)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sistemas de distribucion	24.30	-	(24.30)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tranporte tuberías y accesorios	256.19	-	(256.19)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Movilización de equipos	14.20	(16.26)	(14.20)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sistema de iluminación	4.62	-	(4.62)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Apertura de Camino	-	(405.37)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Limpieza y traslado de colas	-	(889.56)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Apertura de Fosas	-	(2,322.54)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Mantenimiento</b>																	
Mantenimiento Rutinario	-	16.79	16.79	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Mantenimiento Periódico	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Cambio en C. x Pagar</b>	(84.59)	82.94	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Cambio en S. Efectivo</b>	-	(3.60)	(0.07)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Total de Egresos</b>	773.37	(3,537.60)	(841.25)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>FLUJO DE CAJA NETO</b>	(773.4)	3,537.6	841.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

**CIC**

PROGRAMA MARCO PARA LA GESTION  
SOSTENIBLE DE LOS RECURSOS  
HÍDRICOS DE LA CUENCA DEL PLATA,  
EN RELACION CON LOS EFECTOS  
HIDROLÓGICOS DE LA VARIABILIDAD Y EL  
CAMBIO CLIMATICO

PROGRAMA MARCO PARA A GESTÃO  
SUSTENTAVEL DOS RECURSOS HIDRICOS  
DA BACIA DO PRATA, CONSIDERANDO OS  
EFEITOS HIDROLOGICOS DECORRENTES  
DA VARIABILIDADE E MUDANÇAS  
CLIMATICAS

**CUADRO DE RESULTADOS**

En Miles de \$US

Punto de Vista	Tasa (real)	VAN	TIR
<b><u>Análisis</u></b>			
<b><u>Financiero</u></b>			
Con Proyecto: Inversión Total (sin/financ.)	8.0%	(1,192)	*
Con Proyecto: Propietario (con/financ.)	8.0%	(1,064)	*
Sin Proyecto: Inversión Total (sin/financ.) Incremental (Con Proyecto - Sin Proyecto)	8.0%	(6,103) 4,910	* 497%
<b><u>Análisis</u></b>			
<b><u>Económico</u></b>			
Economía Nacional (Incremental)	12.07%	3,053	380%

\* La TIR es un concepto matematico, no financiero o económico, así cuando el flujo no cruza cero no existe una TIR o cuando el flujo cruza el cero mas de una vez se obtienen multiples TIR.



PROGRAMA MARCO PARA LA GESTION SOSTENIBLE DE LOS RECURSOS HÍDRICOS DE LA CUENCA DEL PLATA, EN RELACION CON LOS EFECTOS HIDROLÓGICOS DE LA VARIABILIDAD Y EL CAMBIO CLIMATICO

PROGRAMA MARCO PARA A GESTÃO SUSTENTAVEL DOS RECURSOS HIDRICOS DA BACIA DO PRATA, CONSIDERANDO OS EFEITOS HIDROLOGICOS DECORRENTES DA VARIABILIDADE E MUDANÇAS CLIMATICAS

## BENEFICIOS ECONÓMICOS (\$US)

### COSTOS ECONÓMICOS (Factores de conversión)

	M.Obra C	M.Obra SC	Equipo	Mat. Trans.	Mat. No Tr	Fa. Conv.
<b>Factores de Conversion Generales</b>	<b>0.5</b>	<b>0.62</b>	<b>0.965</b>	<b>0.922</b>	<b>0.891</b>	
<b>Inversiones</b>						
Trabajos preliminares	8%	69%	23%	0%	0%	<b>0.69</b>
Trabajos en Plataforma	1%	9%	4%	16%	71%	<b>0.87</b>
Muro de proteccion gaviones	0%	10%	0%	7%	83%	<b>0.87</b>
Trabajos en tuberias	5%	5%	0%	80%	9%	<b>0.88</b>
Sistemas de distribucion	0%	8%	0%	89%	3%	<b>0.90</b>
Tranporte tuberias y accesorios	0%	0%	0%	100%	0%	<b>0.92</b>
Movilización de equipos	0%	100%	0%	0%	0%	<b>0.62</b>
Sistema de iluminaci3n	0%	0%	0%	100%	0%	<b>0.92</b>
Apertura de Camino	10%	30%	50%	10%	0%	<b>0.81</b>
Limpieza y traslado de colas	10%	40%	40%	10%	0%	<b>0.78</b>
Apertura de Fosas	10%	90%	0%	0%	0%	<b>0.61</b>
<b>Mantenimiento</b>	<b>10%</b>	<b>35%</b>	<b>20%</b>	<b>15%</b>	<b>20%</b>	<b>0.78</b>

#### Equipo

	VF A	FC No Ajst. B	VE No Aj. C=A*B	% transable D	PTC E=A*D*FEP	VE F=E*C
Precio	100.00	1.00	100.00	1.00	16.00	116.00
GA	5.00	-	-	-	-	-
Almacenaje	0.05	1.00	0.05	0.70	0.01	0.06
Transporte	1.00	1.00	1.00	0.80	0.13	1.13
Costos de verificacion	1.54	1.00	1.54	1.00	0.25	1.78
IVA	15.69	-	-	-	-	-
<b>Total</b>	<b>123.27</b>					<b>118.97</b>
Factor de conversion				0.965		

#### Mat. Trans.

	VF A	FC No Ajst. B	VE No Aj. C=A*B	% transable D	PTC E=A*D*FEP	VE F=E*C
Precio	100.00	1.00	100.00	1.00	16.00	116.00
GA	10.00	-	-	-	-	-
Almacenaje	0.05	1.00	0.05	0.70	0.01	0.06
Transporte	1.00	1.00	1.00	0.80	0.13	1.13
Costos de verificacion	1.54	1.00	1.54	1.00	0.25	1.78
IVA	16.43	-	-	-	-	-
<b>Total</b>	<b>129.02</b>					<b>118.97</b>
Factor de conversion				0.922		