

ESTUDIO DE FACTIBILIDAD ECONOMICA DEL PROYECTO DE INVERSION “SISTEMA DE FILTRACION DE EFLUENTES”.

Lic. Daynelis García Batista

dgbatista@ismm.edu.cu

ISMMM, Cuba

RESUMEN

En las condiciones actuales debido al deterioro del sistema de filtración de sulfuro de níquel los dos filtros disponibles para esta actividad se encuentran fuera de operación, se utiliza un esquema provisional donde se filtra el sulfuro de níquel en los filtros prensas de placas de polipropileno no recomendado para esta operación por las altas temperaturas, lo que trae como consecuencia potenciales averías, lo que hace necesario la evaluación del proyecto de inversión Sistema de Filtración de Efluentes.

Esta investigación se desarrolla con el propósito de realizar el estudio de factibilidad del proyecto de inversión Sistema de Filtración de Efluentes destinado a incrementar la eficiencia metalúrgica de la Planta de Cobalto.

En el transcurso de la investigación se emplearon técnicas tales como: media aritmética y porcentajes, y se utilizaron disímiles métodos financieros tanto para conocer como para interpretar los resultados arrojados por el estudio efectuado, ellos son: el Valor Actual Neto, la Tasa Interna de Rendimiento y el Período de Recuperación de la Inversión.

La investigación en cuestión demuestra que la implementación de dicho proyecto incorporará a la empresa un Valor Actual Neto de proporciones significativas, una Tasa Interna de Rendimiento por encima del costo de capital, y un Período de Recuperación de la Inversión aceptable de acuerdo a los años pronosticados, lo que permite ver la factibilidad del proyecto de inversión.

ABSTRACT

Under the current conditions due to the deterioration of the filtration system of sulfate of nickel the two available filters for this activity are out of operation, a provisional outline is used where the sulfate of nickel is filtrated in the filter presses of polypropylene badges which is not recommended for this operation because of the high temperatures, this provokes potential mishaps, which makes necessary the evaluation of the Investment project System of Filtration of Effluents.

This investigation is developed with the purpose of carrying out the study of feasibility of the investment project System of Filtration of Effluents meant to increase the metallurgical efficiency of the Plant of Cobalt.

In the course of the investigation were used techniques such as: arithmetic averages and percentages, and dissimilar financial methods were used in order to know and interpret the results achieved by the study done, they are: the Net Present Value, the Internal Rate of Yield and the Period of Recovery of the Investment.

The investigation in question demonstrates that the implementation of this project will incorporate to the company a Net Current Value of significant proportions, an Internal Rate of Yield above the capital cost, and a Period of Recovery of the acceptable Investment according to the predicted years, which allows seeing the feasibility of the investment project.

INTRODUCCION

Tras el derrumbe del campo socialista la economía cubana perdió más del 80 % de su comercio exterior, importaciones de toda índole cayeron a niveles muy bajos, las exportaciones se contrajeron, además de la pérdida de un mercado seguro. Como consecuencia la economía cubana inicia su tránsito por el mundo de la competencia donde rige una fuerte competitividad internacional, donde las empresas que sobrevivirán serán aquellas que mediante el estudio del mejoramiento continuo, logren aumentar y diversificar la producción, y reducir sensiblemente sus costos de operación; permitiéndoles mantenerse en un mercado nacional y mundial cada vez más exigente en precios y calidad.

En los lineamientos de la política económica en que se halla enfrascado el país en el presente período, constituye un interés principal para todas las ramas de la economía nacional, la elevación constante de la eficiencia económica.

En tales condiciones la economía tradicional necesariamente sufre importantes transformaciones que requieren un reconocimiento de nuevas estrategias, que permitan a todos los actores potenciar sus ideas, proyectos e inversiones, con una visión más amplia sobre el mundo científico – técnico que cambia con bastante frecuencia.

Resulta de vital importancia para todas las organizaciones el análisis económico financiero tanto en el presente como en el futuro, permitiendo el estudio y posterior pronóstico del comportamiento de los indicadores económicos. Así como parte de la administración financiera, el proceso de evaluación y selección de inversiones, constituye una herramienta fundamental para la adecuada administración y óptimo uso del efectivo. Por tal razón el manejo eficiente de los recursos económicos y financieros es uno de los retos esenciales a afrontar de manera creativa e inteligente por la alta dirección de las empresas.

La realización de una inversión involucra riesgos que ejercen enormes presiones de liquidez que someten a la economía interna a una prueba permanente de destreza financiera y habilidad negociadora. Por tal causa el sistema empresarial cubano ha trazado como máxima lograr que los estudios de factibilidad constituyan una condición

obligatoria de toda inversión con el firme propósito de tomar la decisión correcta optando por aquellas inversiones capaces de incrementar el valor de la empresa ahora y en el futuro.

El níquel es una rama de la economía donde se percibe un proceso de cambio incesante, debido a las acciones que se desarrollan y a la perenne búsqueda de nuevas estrategias para reducir los costos de producción y elevar la eficiencia económica. Para ampliar este sector la dirección del país se ha planteado llevar a cabo un amplio desarrollo inversionista en las empresas productoras de níquel, haciendo énfasis en la Empresa del Níquel “Comandante Ernesto Che Guevara”, donde se ejecutará una inversión que consiste en la instalación de un sistema de filtración de efluentes permitiendo incrementar la eficiencia metalúrgica de la planta de Cobalto por la disminución de las pérdidas de níquel así como una disminución de los costos de operación dado por el ahorro significativo por mantenimiento con el nuevo proyecto.

Considerando lo señalado anteriormente se propone el siguiente **problema científico de investigación**: ¿Es económicamente factible el proyecto de inversión Sistema de Filtración de Efluentes?

Se define como **objeto de investigación**: el proceso de evaluación de inversiones y como **campo de acción**: estudio de factibilidad del proyecto de inversión Sistema de Filtración de Efluentes y su principal **objetivo**: realizar el estudio de factibilidad económica del proyecto de inversión Sistema de Filtración de Efluentes para reducir los costos así como aumentar la eficiencia económica.

Como **hipótesis** se plantea: la realización del estudio de factibilidad del proyecto de inversión Sistema de Filtración de Efluentes mediante la aplicación de los Indicadores de Factibilidad permitirá conocer los niveles de ventas, ingresos, utilidades, favoreciendo mayor eficiencia y bajos costos.

Las **tareas de investigación** a desarrollar son las siguientes:

1. Revisar fuentes bibliográficas que permitan el acceso a los conocimientos necesarios para el desarrollo del proyecto de investigación.
2. Caracterizar el funcionamiento económico del Sistema de Filtración de Efluentes.

3. Pronosticar los ingresos y gastos que generará el proyecto de inversión durante su vida útil.
4. Pronosticar los flujos anuales de efectivo del proyecto de inversión.
5. Realizar el cálculo e interpretación de los Indicadores de Factibilidad: Valor Actual Neto (VAN), Tasa Interna de Rendimiento (TIR) y Período de Recuperación de la Inversión.
6. Determinar si el proyecto de inversión Sistema de Filtración de Efluentes es o no factible.

Variables independientes: Costo de capital y depreciación.

Variables dependientes: Valor Actual Neto (VAN), Tasa Interna de Rendimiento (TIR) y Período de Recuperación de la Inversión.

Se emplearon **métodos de investigación** tanto de nivel teórico como empírico, así como métodos de procesamiento estadístico-matemático y de cálculo financiero, entre ellos:

Teóricos:

1. Análisis y síntesis: este método tiene amplia utilización por ser un proceso del pensamiento lógico, sobre todo en este trabajo fue de gran importancia para la interpretación de los cálculos realizados.
2. Hipotético - deductivo: para la formulación y la confirmación de la hipótesis.

Empíricos:

Entrevista: para la obtención de información sobre niveles de venta, costos, precios y sobre los objetivos y la estructura de la línea de producción, en lo general.

En cuanto a cálculos financieros se puede destacar el cálculo del Valor Actual Neto y la Tasa Interna de Rendimiento.

Aporte práctico: el presente trabajo investigativo brinda a los directivos de La Empresa del Níquel “Comandante Ernesto Che Guevara” una idea del presupuesto necesario para la ejecución del proyecto y al departamento de inversiones las deducciones esenciales de la evaluación de factibilidad de la inversión.

DESARROLLO

EVALUACIÓN ECONÓMICO FINANCIERA DEL PROYECTO DE INVERSION SISTEMA DE FILTRACIÓN DE EFLUENTES

1.1 Antecedentes y descripción del proyecto

La planta de níquel “Comandante Ernesto Che Guevara”, desde la fase de puesta en marcha al colapsar por ineficientes el equipamiento previsto para la recuperación del níquel como sólidos en suspensión en los filtros de cartuchos optó de forma inmediata con vista a incrementar su eficiencia un esquema alternativo que supliera el funcionamiento de dichos equipos, para lo cual tuvo que utilizar equipos tecnológicos de su producción principal de sinter (sedimentadores, bombas, tuberías). Posteriormente a este esquema se le introdujo la recuperación del níquel disuelto con la adición de reactivos altamente nocivos y con elevados niveles de impactos ambientales. La operación de sedimentación introducida en este esquema además de utilizar para las pulpas de sulfuros un sedimentador de carbonato, usaba como repuesto el sedimentador de la Planta de Preparación de Mineral destinado para que esta planta tratase los efluentes líquidos.

Situación Actual

La operación de la planta en estas condiciones durante este largo período de operación ha sido muy tensa, e independientemente de que han introducidos mejoras, en la actualidad se hace insostenible desde el punto de vista productivo y medio ambiental.

- El equipamiento ha envejecido y al proceso le es necesario disponer de todo su equipamiento en condiciones para lograr su producción principal.
- El tratamiento de los sulfuros somete al equipamiento a un severo desgaste, requiriendo reparaciones capitales, en las cuales la producción principal adolece de las reservas de equipamientos necesarias.
- El paso de equipamiento de la línea de producción de sulfuros a la línea de producción de carbonato ha creado serias afectaciones de calidad a la producción de sinter.

Un aspecto muy importante en este esquema de proceso es que en los dos sedimentadores donde se produce la operación de sedimentación de las pulpas de sulfuro de níquel no existen condiciones para el tratamiento de los gases sulfurosos que se desprenden y contaminan todo el entorno produciendo serias afectaciones a las personas y a los sistemas eléctricos, de automática y computación.

En las condiciones actuales debido al deterioro del sistema de filtración de sulfuro de níquel los dos filtros disponibles para esta operación se encuentran fuera de operación dictaminados como inservibles, se opera con un esquema provisional donde se filtra el sulfuro de níquel en los filtros prensas de placas de polipropileno no recomendado para esta operación por las altas temperaturas, lo que trae como consecuencia potenciales averías.

Descripción del Proyecto

El licor de reboso del Sedimentador de Carbonato de la Planta de Calcinación, conteniendo níquel como sólidos en suspensión y disuelto, es tratado con hidrosulfuro de amonio u otros reactivos y alimentado de conjunto con las semillas de sulfuros, a un tanque agitador repulpeador que se encuentra a la entrada del Sedimentador - Clarificador. La operación de sedimentación se ejecutará en un clarificador de 15 m de diámetro (Hight Rate Clarifier), obteniéndose en el fondo una pulpa con contenido de sólidos de 15 – 20 % y un reboso clarificado de 5 parte por millón (ppm). El reboso libre de níquel se envía al dique de colas, la pulpa se bombea a la sección de filtración. La operación de sedimentación se efectúa con adición de floculante, el proceso en esta área se monitorea desde un panel local que se comunica al panel central de Planta de Cobalto. La pulpa se recepciona en un tanque agitado desde donde se bombea mediante bombas de diafragma al filtro prensa de 70 m² de capacidad. El licor de reboso del sedimentador o efluente se recolecta en un tanque y mediante bombas centrífugas se recircula nuevamente al sedimentador clarificador. El Cake obtenido se alimenta por medio de tolva dosificadora hacia el contenedor y es enviado hacia la Planta de Secado de Sulfuros.

Alcance

La Empresa esta sometida a potenciales riesgos de fallas productivas y en los momentos actuales se le hace insoportable mantener el esquema de tratamiento del efluente. Ante esta situación se plantean dos opciones, implementar el Proyecto Filtración de Efluentes o

se envía al dique de colas estos efluentes con el contenido de níquel asociado y la pérdida económica correspondiente.

El esquema de proceso actual utilizado para tratar el efluente de la destilación y recuperar el níquel contenido en forma de níquel disuelto y sólidos en suspensión es un esquema provisional que está trabajando hasta que se implemente el esquema definitivo por la inversión. Este esquema utiliza equipos (sedimentador, bombas etc.) de la producción principal de níquel, conspirando contra la producción y el mantenimiento.

Los filtros que se utilizan están dictaminados como inservibles por la planta e Ingeniería, además, carecen de un sistema para la purificación sanitaria de los gases de escape que se desprenden del sedimentador, estos gases originan un fuerte impacto ambiental sobre el entorno afectando la salud de los trabajadores, los equipamientos de automática, eléctrica y computación, siendo en reiteradas ocasiones necesario hacer mantenimientos que implican cambios y sustituciones de equipos.

El esquema de proceso del proyecto solicitado a implementar además de liberar los equipos de la producción principal, debe poseer el equipamiento idóneo para lograr la máxima recuperación de níquel de los efluentes como sulfuro, en forma de cake de filtración con humedad inferior al 45 % y clarificar el licor de efluentes a menos de 10 ppm, además de eliminar el impacto ambiental de los gases al descargarse a la atmósfera a menos de 10 ppm de NH_3 y H_2S .

Se propone sustituir el actual sistema de tratamiento de los efluentes de calcinación, por un nuevo sistema que se microlocalizará en áreas aledañas a la instalación de filtración de sulfuros actual y el cual está suministrado por ofertas Lathan International con fechas Junio 2005 para el filtro (Fase I) y Diciembre del 2007 para el clarificador (Fase II).

- Filtro de membrana: Modelo 1500, con 70 cámaras extensible hasta 50, con 40 mm de profundidad cada una, formadas por membranas alternas/platos PVDF. Incluirá armazón de acero templado fabricado, apropiado para 10 bar de operación; acción hidráulica doble abrir/cerrar, presión sostenida durante el ciclo de filtración; 46 cámaras con paquetes de platos de polipropileno de membrana mixta/platos huecos; panel de control local, enlazado al PLC principal; un juego de paños del filtro de alta temperatura, a la temperatura solicitada de 90 grados; todas las partes de contacto del producto de polipropileno o de acero inoxidable; protección contra la corrosión pedida por el cliente.

- Máquina lavadora de paño automática: de paño automática apropiada para presiones y flujos de 70 bar y 180 litros/minutos, el nuevo filtro prensa será interconectado con el sistema de bombeo del lavado de los dos filtros existentes de acuerdo a la oferta.
- Sistema membrana: recibidor de 1000 litros de aire, removedor completo de humedad, calibrador de presión, válvula de seguridad y válvula de auto venteo, para permitir la inflación de las membranas a un máximo de 10 bar de presión.
- Depósito del filtro prensa, transportador y tolva: transportador prensa con depósito de descarga, apropiado para recibir la torta de descarga del filtro prensa, hecho de acero inoxidable, grado 304, montado en la acería existente, con tolva de descarga final previamente suministrada con modificaciones requeridas por el cliente.
- Clarificador: clarificador de alto flujo de 15 m de diámetro, con tecnología de alimentación profunda incorporada, tanque hecho de acero inoxidable altamente resistente a la corrosión. Paredes y piso entregados en segmentos para ser ensamblados por soldadura en el sitio por otros. Soportes, vigas y anillo de tope de acero al carbono, pintados para montar sobre las fundaciones preparadas, fuera de nuestra radio de suministro.
- Incluirá mecanismo de empuje, montado en un puente sobre el tanque espesador, alimentación profunda especialmente diseñada, canal de alimentación, sistema de reboso con conexión al tanque, y rastrillos fabricados de acero inoxidable, grado 321. La unidad será recubierta con un techo herméticamente sellado para prevenir los escapes de gases y será suministrada con mecanismo de rastrillo automático de 300 mm de alzamiento y con toda la instrumentación necesaria para la operación del espesador. Todos los materiales requeridos para el montaje del espesador serán suministradas, incluyendo materiales para soldar. Las instrucciones detalladas de montaje, incluyendo el plan de soldadura serán suministradas antes de la entrega.
- Tanque de reboso: con drenaje local para prevenir drenajes de licor caliente.
- Bombas de transferencia de reboso: tipo centrífuga, material acero inoxidable 316 Ti, con capacidad de 700 m³/h y motor con 160 kW.
- Planta de floculantes: incluye un tanque de make up con agitador, un tanque de almacenamiento con un sistema de mezclado de polvo y bombas dosificadoras de velocidad variable.

- Tanque de pulpa: con un volumen de 20 m³, un tiempo de residencia de 2 minutos con un agitador de velocidad lenta, material acero inoxidable grado 321.
- Bombas de fondo: tipo centrífuga, material acero inoxidable 316, con capacidad de 40 m³/h y motor con 5.5 kW.
- Bombas de alimentación al filtro: tipo centrífuga, material acero inoxidable 316, con capacidad de 40 m³/h y motor con 5.5 kW.
- Parte eléctrica y automática asociada para el control en la Planta de Cobalto.
- Sistema de lavado y tratamiento de gases: sistema de recolección y tratamiento de los gases de escape del Clarificador (limpieza sanitaria de los gases de escape).
- Depósito de alimentación del filtro prensa, transportación.

Objetivos y beneficios de la inversión propuesta

El proyecto Filtración de Efluentes de la Planta de Calcinación y Sinter esta concebido para los siguientes **objetivos**:

1. Recuperar 800 t/año de níquel que rebosan de los sedimentadores de carbonato como níquel disuelto y sólidos en suspensión.
2. Devolver a la Planta de Calcinación y Sinter el equipamiento necesario para su producción de níquel (sinter) que en los momentos actuales se utiliza en el esquema de recuperación del níquel del efluente en forma de un concentrado de sulfuro de níquel.
3. Devolver a la Planta de Preparación de mineral un sedimentador de lodos para el tratamiento de los efluentes líquidos, necesaria su utilización en su programa medioambiental y que en los momentos actuales se utiliza como sedimentador de repuesto para el sulfuro de níquel.
4. Disponer de una instalación adecuada para el tratamiento del efluente sin la utilización de equipos del proceso principal, cuestión esta que conspira con los regímenes de mantenimiento y puede afectar la producción principal.
5. Eliminar el impacto ambiental de los gases.
6. Eliminar la dispersión de equipamiento en el proceso tecnológico del tratamiento del efluente para obtener la producción de sulfuro de níquel.
7. Eliminar potenciales riesgos a la producción principal de níquel por uso de equipos fundamentales.
8. Dotar a la Planta de Calcinación y Sinter de un esquema de proceso optimizado para la recuperación del níquel presente en el efluente e incorporar en el esquema operaciones

futuras para recuperar potenciales beneficios del efluente como calor, amoniaco, agua etc.

Un resumen de los **beneficios** del proyecto se ilustra a continuación:

1. Incrementar la eficiencia de la planta, recuperando el 12 % del Ni+Co que actualmente se pierde durante el regado de la torta de sulfuro en las naves actuales de secado, la remoción del producto durante el secado y el envase.
2. Eliminar el impacto negativo que origina la operación actual de secado para la salud de los trabajadores del área.
3. Eliminar la contaminación ambiental provocada durante este proceso por la emanación de gases tóxicos como Amoniaco y SO₂ y por el levantamiento de polvos metálicos a la atmósfera.
4. Eliminar la dispersión de equipamiento de Planta de Cobalto.
5. Disminución del costo de operación en 0,048 \$/lb. de Ni+Co como sulfuros.
6. Liberación de áreas ocupadas para la explotación del yacimiento Yagrumaje Sur.

1.2 Análisis de la producción de la Inversión Sistema de Filtración de Efluentes

En el proceso de producción actual se pierden en el licor de desecho 0,27 g/l siendo 0,10 t/h traduciéndose en 850 t/año (ver tabla1). Esta cantidad representa el 3,04 % del total del mineral con que inicia el proceso de producción. Con la implementación del proyecto Filtración de Efluentes, habrá beneficios por incrementos de producción de 800 t/año de níquel promedio, que se recuperan a partir del tratamiento de los efluentes líquidos de la planta, ya que la eficiencia en el proceso de tratamiento del licor de reboso de los sedimentadotes es aproximadamente del 94 %, perdiéndose solo 50 t/año de la producción total.

	años	2011	2012	2013	14...25
Licor a destilar	m ³ /h	324,39	324,39	324,39	324,39
Concentración de níquel disuelto en C-1	g/l	0,27	0,27	0,27	0,27
Níquel disuelto a tratar	t/h	0.10	0.10	0.10	0.10
Níquel disuelto	t/a	850,00	850,00	850,00	850,00
Pérdidas Ni por efluente	t/año	850,00	850,00	50,00	50,00
Níquel envasado como Sulfuro	t/a	0,00	0,00	800,00	800,00
Recuperación de Níquel por el Sistema de Efluentes	t/año	0,00	0,00	800,00	800,00

Tabla N° 1: Fragmento del Balance de producción

Proyección de precios para la producción de sulfuro

En estos momentos el precio del Ni en el mercado internacional se encuentra a \$ 8,50 USD/lb. Aunque en realidad solo se recibe el 73 % de este valor por libra, ya que el 27 % sobrante es utilizado por el comprador para refinar el producto, debido a que éste en su composición química trae consigo otros elementos que disminuyen su pureza. Además de lo antes expuesto se le realiza una reducción de 0,19 CUC/lb que es el costo en el que se incurre para su comercialización.

Bases del estimado de la Inversión Sistema de Filtración de Efluentes

El estimado está basado en precios de las Ofertas Lathan International de fecha Junio 2005 para el filtro (Fase I) y Diciembre del 2007 para el clarificador (Fase II) además de utilizar para el estimado de precios del sistema de tratamiento y lavado de los gases la Oferta TEPSA de Noviembre 2007.

El estimado para los equipos tanto del filtro como del clarificador se halló multiplicando el precio unitario por la cantidad de equipos ofertados teniendo en cuenta el aumento de la inflación anual (8 %) y la tasa de cambio de libra esterlina a USD. Siendo así:

Oferta Latham 2005= 8 % * 6 años = 48 %

Oferta Latham 2007= 8 % * 4 años = 32 %

Oferta TEPSA 2007= 8 % * 4 años = 32 %

En el estudio realizado, se empleó el estimado detallado con una precisión de más menos 5 %, incluyendo en el mismo el costo total de equipos y materiales, de construcción y montaje, otros (permisos y licencias, piezas de repuestos, fletes y seguros, ingeniería y proyecto, Dirección Integral del Proyecto (DIP), cargos aduanales, gastos de la construcción) y contingencias.

Tasa de cambio

Todos los cálculos se realizaron en CUC y CUP, se utilizó además, una tasa de cambio franquizada, de Libra Esterlina GBP a USD y de USD a CUC:

1 GBP = 1,5512 USD

1 USD = 1 CUC

Determinación de los Costos Directos:

Equipos

Tanto para el filtro como para el clarificador se empleó para la instalación un 35 % del monto del valor de los equipos, con un importe de 20 % en CUC y 80 % en CUP. Para el caso de la Bomba de alimentación al filtro prensa de 20 m³/h con un costo de \$ 15.815,00

se divide entre 2 porque la firma oferta el valor de 2 bombas de alimentación al filtro. En cuestión al Filtro prensa de membrana (1500mm PLACAS PVDF) se aplicó el cálculo por economía de escala tomando como referencia el valor tomado de la Oferta Latham del 2005 del filtro de Placas de 1000 mm de PVDF, utilizando el siguiente procedimiento:

$$VC_1 = \left(\frac{C_1}{C_2} \right)^{0,6} * VC_2$$

C: costo

V: valor

Para el Sistema de Lavado de gases se utilizó el costo de la Oferta TEPESA 2007. Para el depósito de alimentación del filtro prensa y transportación se tomó como referencia el valor por la oferta Latham de Junio/2005.

Tuberías, válvulas y accesorios

Del monto del valor de las tuberías, válvulas y accesorios se empleó para la instalación un 60 %, con un importe de 20 % en CUC y 80 % en CUP. Para el caso del clarificador se utilizó la Oferta Latham 2005.

Instrumentación

Se dedujo del monto total de la instrumentación para la instalación un 15 %, con un importe de 20 % en CUC y 80 % en CUP.

Instalación eléctrica

Al igual que el caso anterior del monto del valor de la instalación eléctrica se empleó para la instalación un 15 %, con un importe de 20 % en CUC y 80 % en CUP. Para el caso del clarificador se utilizó la Oferta Latham 2005.

Civil, estructura y arquitectura

El costo unitario para el hormigón a emplear plasmado en la oferta de la empresa encargada de la construcción de las obras de ingeniería civil está constituido por un 52 % en CUC y 48 % en CUP, agregándole un 20 % para saneamiento.

La mano de obra contará con valor de 20 % en CUC y 80 % en CUP del valor total de materiales, además de un incremento del 45 % de éste mismo valor, impuesto por el constructor como cargo a las empresas que realizan sus ventas en CUC.

Para las estructuras metálicas con un gasto a razón de 60 % del monto total de materiales, destinando para la instalación el 80 % y 20 % en CUC Y CUP respectivamente.

Determinación de los Costos Indirectos:

Permisos y licencias

Se consideró el valor del 3 % de los costos directos totales, establecido para la compatibilización con los intereses de la defensa, medio ambiente y microlocalización.

Fletes y seguros

En caso de que no este implícito en la oferta, los fletes y seguros representarán el 4 % del equipamiento y materiales necesarios a importar para el desarrollo del proyecto. En este caso la firma suministradora incluye dentro de su oferta estos precios a los que se le tuvo en cuenta el aumento de la inflación y la tasa de cambio.

Cargos aduanales

Se consideró el 0,35 % del costo directo de materiales, establecido como aranceles de importación al país.

Ingeniería y proyecto

En caso de que no este implícito en la oferta para costear los trabajos de ingeniería necesarios para la implementación del proyecto, se estima el 8 % del valor de los costos directos totales. En este caso la firma suministradora incluye dentro de su oferta estos precios a los que se le tuvo en cuenta el aumento de la inflación y la tasa de cambio incluyéndose en cuestión del Sedimentador los valores de Ingeniería básica y de detalle.

Piezas de repuestos

En caso de que no este implícito en la oferta, las piezas de repuestos representarán 2 % del equipamiento y materiales necesarios a importar para el desarrollo del proyecto. En este caso la firma suministradora incluye dentro de su oferta estos precios a los que se le tuvo en cuenta el aumento de la inflación y la tasa de cambio.

Dirección integral de proyecto

Para la dirección y coordinación de los recursos humanos, financieros y materiales de la obra, se presupuestó el 2 % de los costos directos totales, usándose un importe de un 35 % en CUC y 65 % en CUP.

Gastos de la construcción

Calculado como el 7,5 % del costo directo total, usándose un importe de un 35 % en CUC y 65 % en CUP. Se consideran dentro del presupuesto los siguientes elementos:

construcciones temporales, herramientas de construcción y renta de equipos, personal de la oficina central ubicado en el sitio de la construcción, nómina de construcción, viajes y dietas, impuestos y seguros, otros gastos generales de construcción.

Contingencia

Para asumir la cantidad de dinero que debe incluirse en virtud de compensar eventos impredecibles tales como: tormentas, huracanes, inundaciones, pequeños cambios de diseño, errores en la estimación, otros gastos imprevistos y para proporcionar un nivel deseado de confianza por la incertidumbre en el nivel de información disponible, se tomó un 5 % de todas las actividades consideradas en el proyecto.

Los valores de las cuentas: Manual de mantenimiento y operación, y Gastos representativos del vendedor están comprendidos en las ofertas.

Estimado de Inversión en Costo Directo para el filtro (Fase 1) del Proyecto Filtración de Efluentes

El monto total de inversión para la instalación de equipos asciende a \$ 1.225.952,54, de los cuales \$ 971.680,90 serán en moneda libremente convertible para un 79,26 % ($\$ 971.680,90 / \$ 1.225.952,54$) y \$ 254.271,64 en moneda nacional para el restante 20,74 %. Ahora el 93,46 % de todas las erogaciones en divisas corresponden a los gastos de materiales los cuales ascenderán a un monto de \$ 908.112,99 y solo \$ 63.567,91 serán de instalaciones para el restante 6,54 %. Los restantes \$ 254.271,64 que se invertirán en CUP corresponderán a los gastos de las instalaciones.

El filtro prensa de membrana (1500mm PLACAS PVDF) será el gasto más significativo con \$ 728.142,52 para un 80,18 % ($\$ 728.142,52 / \$ 908.112,99$) con gasto de instalación de \$ 203.879,91 en CUP. La tolva y transportador de banda con \$ 92.951,38, la máquina lavadora en los \$ 36.475,29, dos bombas de alimentación al filtro prensa de 20 m³/h a los \$ 18.153,58 cada una y el sistema de membrana con un nivel de \$ 14.236,11 representan el restante 19,82 % del equipamiento en divisa.

La inversión total en tuberías válvulas y accesorios ascenderá a \$ 131.177,54 de los cuales 92.244,28 serán gastos en CUC y 39.533,26 en CUP, la pipe work, válvulas y soporte se estiman en 82.360,96 CUC y tendrá gastos de instalaciones de 39.533,26 CUP y 9.883,32 CUC, para un total de \$ 49.416,58.

Los gastos de instrumentación previstos ascenderán a \$ 38.110,46, de ellos 33.139,53 CUC serán para la adquisición de un sistema de control por valor de 14.667,71 CUC y la instrumentación de campo por un monto de 18.471,81 CUC. También existirán ligeras erogaciones para la instalación con 994,19 CUC y 3.976,74 CUP. Ello hará que el gasto total de instrumentación en moneda libremente convertible alcance los 34.133,71.

Los gastos de materiales para la instalación eléctrica serán de 17.647,63 CUC y los 529,43 CUC de instalaciones para un total en moneda libremente convertible de 18.177,06 CUP. Esta instalación eléctrica conllevará gastos de moneda nacional de 2.117,72 en CUP para un total de \$ 20.294,77.

Para la obra civil, su estructura y arquitectura se proyectan gastos de \$ 48.574,01, de ellos \$ 33.470,62 serán gastos en divisa que representarán el 68,91 % del total y 15.103,39 en CUP, para el restante 31,09 %. El 88,93 % del total de las salidas en moneda libremente convertible estarán representadas por los gastos de materiales y el 11,07 % serán de instalación. La conformación de la estructura metálica tendrá un egreso de \$ 47.136,00 para un 97,04 % del total de gastos de obra civil, estructura y arquitectura.

El total estimado de inversión para el filtro del Proyecto Filtración de Efluentes ascenderá a \$ 1.464.709,33 donde los gastos de materiales representarán el 73,12 % del total con 1.071.026,33 CUC y las instalaciones en moneda libremente convertibles con 78.680,25 en CUC para un 5,37 %. Los gastos totales en moneda nacional alcanzarán los 315.002,75 en CUP para un 21,51 %.

Estimado de Inversión Total para el filtro (Fase 1) del Proyecto Filtración de Efluentes

A los costos totales directos para la instalación del filtro del Proyecto Filtración de Efluentes se les debe de incorporar los costos indirectos que incluyen entre otros los permisos y licencias, cargos aduanales, gastos de construcción y contingencias. Estos gastos indirectos ascenderán a \$ 547.858,98, de ellos 275.065,99 en CUC y 272.792,99 en CUP. Las inversiones más significativas serán para los gastos representativos del vendedor con 63.133,84 CUC, 38.448,62 CUC para gastos de construcción y para piezas de repuesto 36.746,19 CUC. Los seguros y fletes al nivel de 32.886,99 CUC y las

previsiones para contingencia a nivel de 67.846,31 CUC transfieren gastos significativos al total de costos indirectos.

El estimado de inversión total para el filtro del Proyecto Filtración de Efluentes ascenderá a \$ 2.012.568,30 y de ellos el 72,78 % lo representarán los costos directos de equipos, tuberías, válvulas y accesorios, instrumentación, instalación eléctrica y obra civil y los costos indirectos representarán el restante 27,22 %.

El estimado del Costo Capital de la Fase 1 (Filtro) de la instalación es de \$ 2.012.568,30 CUC+CUP, de ellos \$ 1.424.772,57 CUC y \$ 587.795,73 CUP (ver tabla 2).

Resumen del Presupuesto de Capital Fase I. Filtro			
	TOTAL (CUC+CUP)	CUC	CUP
Costo Capital Total	\$ 2.012.568,30	\$ 1.424.772,57	\$ 587.795,73
Construcción y Montaje	\$ 393.401,26	\$ 78.680,25	\$ 314.721,01
Equipamiento y Materiales	\$ 1.071.308,06	\$ 1.071.026,33	\$ 281,73
Otros Gastos	\$ 452.022,39	\$ 207.219,68	\$ 244.802,71
Contingencia	\$ 95.836,59	\$ 67.846,31	\$ 27.990,27

Tabla N° 2. Resumen del Costo Capital Fase I. Filtro

Estimado de Inversión en Costo Directo para el clarificador (Fase 2) del Proyecto Filtración de Efluentes

El monto total a invertir para la instalación de equipos asciende a \$ 4.595.141,76, de los cuales 3.642.075,32 serán en moneda libremente convertible para un 79,26 % (\$ 3.642.075,32 / \$ 4.595.141,76) y 953.066,44 en moneda nacional para el restante 20,74 %. Tenemos un 93,46 % del total de moneda libremente convertible que corresponden a los gastos de materiales y un monto de 238.266,61 en divisa serán para las instalaciones con un monto total de 3.642.075,32 CUC. El 20,74% restante que se invertirán corresponderán a los gastos en CUP.

El clarificador de 15 m de diámetro será el gasto más significativo con \$ 1.252.290,09 para un 36,79 % (\$ 1.252.290,09 / \$ 3.403.808,71) con gasto de instalación de 350.641,22 en CUP. Se invertirán en tres bombas de transferencia del overflow con 717.086,44 CUC, el depósito de alimentación del filtro prensa y transportación con 480.391,13 CUC, el sistema de lavado de gases con 381.464,90 CUC, un tanque con agitador para alimentación al filtro de 140 m³ con 149.189,02 CUC, la planta de floculante con 109.177,18 CUC, tres bombas de transferencia del underflow de 15 m³/h a los

82.988,58 CUC, un tanque de pulpa de 20 m³ con 70.215,75 CUC, dos bombas de alimentación al filtro de 40 m³/h con un valor de 69.617,86 CUC, un tanque del overflow calculado en 51.767,02 CUC y ya en menores proporciones un sistema de dosificación química adicional representando el restante 1,16 % del equipamiento en divisa.

La inversión total en tuberías, válvulas y accesorios ascenderá a \$ 777.900,74 de los cuales 544.530,52 serán gastos en CUC y el resto 30 % constituyen los gastos en CUP. Los gastos de instrumentación previstos ascenderán a \$ 600.495,11, de ellos 420.699,48 CUC serán para la adquisición de un sistema de control por valor de 408.446,10 CUC y la instrumentación de campo por un monto de 113.723,56 CUC. Para la instalación se necesita un valor de con 15.665,09 CUC y 62.660,36 CUP. Todo ello concebirá que el gasto total de instrumentación en moneda libremente convertible alcance los 537.834,75.

Los gastos de materiales para la instalación eléctrica serán de 221.250,82 CUC y los 6.637,52 CUC de instalaciones para un total en moneda libremente convertible de 227.888,35 CUP. Esta instalación eléctrica conllevará gastos de moneda nacional de 26.550,10 en CUP para un total de \$ 254.438,44.

Para la obra civil, su estructura y arquitectura se proyectan gastos de \$ 845.235,80, de ellos 566.306,04 serán gastos en divisa que representarán el 67 % del total y 278.929,76 en CUP, para el restante 33 %. El 88,46 % del total de las salidas en moneda libremente convertible estarán representados por los gastos de materiales y el 11,54 % serán de instalación. También habrá ligeras erogaciones en la conformación de la estructura metálica con un gasto de \$ 707.040,00 para un 83,65 % del total de gastos de obra civil, estructura y arquitectura.

El total estimado de inversión para el clarificador del Proyecto Filtración de Efluentes ascenderá a \$ 7.073.211,85 donde los gastos de materiales en moneda libremente convertible representarán el 93,04 % del total en CUC con 5.518.634,97 CUC y las instalaciones en moneda libremente convertibles requieren un gasto de 1.536.968,56. Los gastos totales en moneda nacional alcanzarán los 1.554.576,88 para un 21,98 % del monto total en CUP.

Estimado de Inversión Total para el clarificador (Fase 2) del Proyecto Filtración de Efluentes

Al igual que en la fase anterior a los costos totales directos para la instalación del clarificador del proyecto se les incorporan los costos indirectos. Estos gastos indirectos ascenderán a \$ 2.847.853,95, de ellos 1.980.230,91 en CUC y 867.623,04 en CUP. Las inversiones más relevantes serán para la ingeniería y proyecto con 1.019.336,46 CUC, 357.088,85 CUC para contingencia y para gastos de la construcción 185.671,81 CUC. Los seguros y fletes al nivel de 147.970,71 CUC y los gastos representativos del vendedor a nivel de 124.693,77 CUC acarrearán gastos considerables al total de costos indirectos.

El estimado de inversión total para el clarificador del Proyecto Filtración de Efluentes alcanzará los \$ 9.921.065,80 y de ellos el 71,3 % lo representarán los costos directos de equipos, tuberías, válvulas y accesorios, instrumentación, instalación eléctrica y obra civil y los costos indirectos representarán el restante 28,7 %.

El estimado del Costo Capital de la Fase II (Clarificador) de la instalación será de \$ 9.921.065,80 CUC+CUP, de ellos \$ 7.498.865,88 CUC y \$ 2.422.199,92 CUP (ver tabla 3).

Resumen del Presupuesto de Capital Fase II. Clarificador			
	TOTAL (CUC+CUP)	CUC	CUP
Costo Capital Total	\$ 9.921.065,80	\$ 7.498.865,88	\$ 2.422.199,92
Construcción y Montaje	\$ 1.921.210,70	\$ 384.242,14	\$ 1.536.968,56
Equipamiento y Materiales	\$ 5.152.001,15	\$ 5.134.392,83	\$ 17.608,32
Otros Gastos	\$ 3.127.702,44	\$ 2.375.422,25	\$ 752.280,19
Contingencia	\$ 587.774,56	\$ 472.431,70	\$ 115.342,85

Tabla N° 3. Resumen del Costo Capital Fase II. Clarificador

En las tablas anteriores:

Construcción y Montaje representa el total CUC+CUP del valor de la instalación de los costos directos.

Equipamiento y materiales representa el total CUC+CUP del valor de los materiales de los costos directos.

Otros gastos incluye el total de todos los costos indirectos exceptuando la contingencia.

Determinación del Presupuesto de Capital

En forma de resumen en cuanto al filtro (fase1) y al clarificador (fase 2) a continuación se hace mención al total de costos directos e indirectos. El monto total a invertir para la instalación de equipos asciende a \$ 8.537.921,18 de los cuales 6.668.341,55 serán en divisa para un 78,10 % (\$ 6.668.341,55 /\$ 8.537.921,18) y 1.869.579,63 en moneda nacional para el restante 21,90 %. Los gastos materiales representan un 93,06 % del total de moneda libremente convertible y un monto de 462.922,39 CUC serán para las instalaciones.

Dentro de las cuentas más significativas de los costos indirectos se encuentran ingeniería y proyecto con 1.038.850,55 CUC, 424.935,16 CUC para contingencias y para gastos de la construcción 224.120,43 en divisa. Los gastos representativos del vendedor ascenderán 187.827,61 CUC, los seguros y fletes al nivel de 180.857,70 CUC y las piezas de repuesto incurren en un gasto de 109.874,00 CUC. Estos gastos indirectos ascenderán a \$ 3.395.712,93 de ellos 66,42 % en CUC y el por ciento restante en moneda nacional con un monto de 1.140.416,03 CUP.

El Costo Capital de la inversión en los dos primeros años ascenderá a \$ 11.933.634,10, constituido en moneda libremente convertible por un valor de 8.923.638,45 para un 74,78 % (\$ 8.923.638,45 / \$11.933.634,10) y 3.009.995,65 en moneda nacional complementando el por ciento remanente. Del valor total se destinarán \$ 2.314.611,97 para la construcción y montaje, \$ 6.223.309,21 para equipamiento y materiales, \$ 2.827.444,64 serán para otros gastos y los sobrantes \$ 568.268,29 para los gastos de contingencias (ver tabla 4). Este presupuesto de inversión no considera las necesidades de capital de trabajo que necesitan para la operación del proyecto y que ascenderá a \$ 1.021.131,71 lo que hará que el monto total de la inversión ascienda a \$ 12.954.765,81.

Resumen del Presupuesto de Capital			
	TOTAL (CUC+CUP)	CUC	CUP
Costo Capital Total	\$ 11.933.634,10	\$ 8.923.638,45	\$ 3.009.995,65
Construcción y Montaje	\$ 2.314.611,97	\$ 462.922,39	\$ 1.851.689,57
Equipamiento y Materiales	\$ 6.223.309,21	\$ 6.205.419,16	\$ 17.890,05
Otros Gastos	\$ 2.827.444,64	\$ 1.830.361,74	\$ 997.082,90
Contingencia	\$ 568.268,29	\$ 424.935,16	\$143.333,13

Tabla N° 4. Resumen del Presupuesto de Capital

1.3 Determinación de los Costos de Operaciones de la Evaluación Económico y Financiera de la Inversión Sistema Filtración de Efluentes

En la tabla de Costos de Operaciones en los años 2011 y 2012 no se incurren en ningún gasto dado a que son los años de instalación y montaje de los equipos. A continuación argumentamos cada partida que se tuvo en cuenta para el análisis del costo de operación.

Determinación del Consumo de Energía Eléctrica

En este elemento se encuentran los gastos por energía eléctrica programados para la producción, donde el equipamiento de la instalación consumirá 459 kw/h, lo que durante el año serán 4.020,84 Mw que a un precio de 182,60 \$/Mw, se incurrirá en un gasto total de \$ 734.205,40 al año. Este valor será constante durante todos los años incluidos en la evaluación de factibilidad, ya que la instalación inicia sus operaciones al 100 % de su capacidad productiva.

Del consumo total de energía las Bombas Overflow son la de mayor consumo con 320 kw/h la cual representa el 69,72 % $(320/459)*100$, seguida de las bombas de transferencia con un 9,59 %, y ya en menores proporciones la bomba de alimentación al filtro y el conveyor con 4,79 % y 3,92 % respectivamente (ver tabla 5).

Consumo de electricidad de los equipos			
Descripción	En uso	Consumo Kw/h	Consumo total
Bomba de Transferencia	2	22	44
Bomba Underflow	1	5.5	5.5
Bombas de alimentación al filtro	1	22	22
Mecanismo	1	7.5	7.5
Planta Floculante	1	11	11
Bombas para Floculante	1	3	3
Tanque Agitador	1	15	15
Bombas Overflow	2	160	320
Consumo de la válvulas automáticas	1	3	3
Gas Scrubber	1	10	10
Conveyor	1	18	18
Total Kw/h			459

Tabla N° 5. Consumo de electricidad de los equipos

Determinación de los Costos de Materiales de Operación

Dentro de los Materiales de Operación se encuentran: floculante, hidrosulfuro de amonio (NH_4HS) y los sacos Big Bag, incurriéndose en un costo total de \$1.786.962,5 por este concepto.

El floculante es un insumo usado para acelerar el proceso de sedimentación. La instalación emplea $7\text{g}/\text{m}^3$ con un consumo anual de 30.660,00 kg que se adquieren en el mercado internacional a \$ 2,50, lo que hará un gasto anual de \$ 76.650,00 ($30.660\text{ kg} * 2,50\text{ \$}/\text{diario}$)

El Hidrosulfuro de Amonio es un reactivo empleado para precipitar el níquel disuelto en el licor de reboso, con un gasto de 3 tn de esta sustancia por cada tn de níquel a procesar, lo que hará un consumo anual de 2.550 tn que con un precio unitario equivalente a \$ 650 en el mercado internacional, alcanzará un valor de \$ 1.657.500,00.

Los sacos Big Bag poseen un costo unitario de \$ 18,00 con un tonelaje de 1,5 tn de sulfuro de níquel, de este contenido solo el 30 % está compuesto por níquel. Teniendo en cuenta que con la implementación del proyecto se recuperan 800 tn/año de níquel, asumiendo un 10 % de más para cubrir las roturas que se puedan ocasionar en la manipulación, se obtiene la cantidad de sacos Big Bag que se necesitan para embasar el producto final, alcanzando como resultado 2.934 unidades y un valor total de \$ 52.812,00.

Determinación de los Costos de Mantenimiento

El gasto de mantenimiento constituye el 3,5 % del monto total de la inversión, siendo el mismo valor en todos los períodos con una magnitud de \$ 417.677,19 a excepción de los años tres y cuatro (2013 y 2014 respectivamente), en que por la existencia de piezas de repuesto solo se consume en mantenimiento el 50 % del gasto planificado para una erogación de \$ 208.838,60.

Determinación de los gastos de la fuerza de trabajo

Dentro de esta partida se encuentran los gastos de salario, los impuestos del 25 % sobre la fuerza de trabajo y el 14 % de aporte a la seguridad social. La determinación de los gastos de salario se realizó de acuerdo a los turnos de operación, considerando cuatro turnos de trabajo que operan en el proceso y seis trabajadores en cada uno de ellos: (operador de sedimentador, operador de filtro, operador de secado, operador de bombeo y manipulación de floculante, operador de montacargas y jefe de turno), con salario medio

por trabajador de \$ 509,50; \$ 509,00; \$ 508,00; \$ 509,00; \$ 507,50 y \$ 535,00 respectivamente. Se planifica un salario mensual de \$ 12.312,00 para un salario anual de \$ 176.061,60 conteniendo el pago por resultado por un valor del 30 %. Después de sumado el 9,09 % de vacaciones se proyecta un salario complementario de \$ 192.065,60. Al añadirle al salario complementario un 14 % de aporte a la seguridad social y un 25 % por la utilización de la fuerza de trabajo resulta un gasto total de salario de \$ 266.971,18 (ver tabla 6).

Gasto de Salario del Proyecto Filtración de Efluentes			
Total de trabajadores	24		
Operador de Sedimentador	4	\$ 509,50	2.038,00
Operador de Filtro	4	\$ 509,00	2.036,00
Operador de Secado	4	\$ 508,00	2.032,00
Operador de Bombeo y Manipulación de Floculante	4	\$ 509,00	2.036,00
Operador de Montacargas	4	\$ 507,50	2.030,00
Jefe de Turno	4	\$ 535,00	2.140,00
Salario Mensual			12.312,00
Salario Anual			176.061,60
Vacaciones			16.004,00
Salario complementario			192.065,60
Seguridad Social			26.889,18
Impuesto Fuerza de trabajo			48.016,40
Total Salario			266.971,18

Tabla N° 6. Gasto de Salario del Proyecto Filtración de Efluentes

Análisis de otros gastos monetarios

La cuenta otros gastos que incluye ropa y aseo personal; seguridad industrial, protección física y otros se planifica un monto total por \$ 7.288,00. La ropa y aseo personal por un valor per cápita de \$ 40 por trabajador se prevé un gasto total anual de tan solo \$ 960,00, seguridad industrial y protección física \$ 222,00 por trabajador que generará un gasto de \$ 5.328,00 y los otros gastos varios se le asignó un presupuesto de \$ 1.000,00.

Como se puede apreciar con el inicio de la explotación de la instalación, el comportamiento de las cuentas varía muy poco en todo el período de vida del proyecto. Las partidas que más peso tienen en el costo de operación de la instalación son los materiales de operación y el gasto de electricidad, representando el 59,48% y el 24,44 %

correspondientemente en los primeros dos años y disminuyendo ligeramente a 55,61 % y 22,85 % respectivamente el tiempo restante. Los gastos de mantenimiento adquieren preponderancia posterior al segundo año de puesta en explotación con un 13,00 % de los gastos de operación total (\$ 417.677,20 / \$ 3.213.103,76). Luego está el salario y otros gastos monetarios complementando el nivel de participación total.

1.4 Determinación del Capital de Trabajo

Para lograr la ejecución del proceso de producción se requiere de un capital de trabajo de \$ 1.008.949,46 que es el resultado de la inversión en las cuentas por cobrar, los insumos fundamentales y la necesidad de efectivo descontando los financiamientos gratuitos representados por las cuentas por pagar. Las cuentas por cobrar se determinaron dividiendo los ingresos aportados por las ventas entre el coeficiente de renovación con treinta días de cobertura para su cobro, ello hizo que la inversión de la empresa en cuentas por cobrar se planifiquen en los \$ 883.456,97. Dentro de los insumos están los materiales de operación que con un valor anual de \$ 1.786.962,00 previsto a consumir se necesitan \$ 148.913,50 para las operaciones mensuales.

Como para los gastos de mantenimiento se precisan en los dos primeros años en \$ 208.838,60, las necesidades de materiales serán de \$ 104.419,30 por semestre en los dos primeros años de explotación, luego estos valores se duplican, puesto de que ya no se dispondrá para entonces con las piezas de repuesto, alcanzando niveles de \$ 208.839,60.

La disponibilidad de recursos para la producción en proceso tendrá seis días de cobertura, rotando 60 veces lo que hace que se necesiten \$ 50.071,09 de ella al año dentro de las necesidades de capital de trabajo. La producción terminada se proyecta en 15 días de cobertura requiriéndose \$ 125.177,72 para un coeficiente de renovación de 24 veces aproximadamente al año.

El pago a los obreros se efectúa cada 15 días, razón por la cual la necesidad de efectivo en caja en este período de tiempo es ineludiblemente de \$ 11.427,47 con una frecuencia de 24 veces al año ya que las erogaciones salariales anuales se programaron en \$ 266.971,20.

Las cuentas por pagar que se programan y que serán deducidas de las necesidades de activos circulantes se prevé que alcancen los niveles de \$ 314.516,58 con un período promedio de pago de 30 días. Por tanto a pesar de la gran magnitud de inversiones en cuentas por cobrar y cuentas por pagar que ayudan a compensar se precisa de niveles totales de capital de trabajo en \$ 1.008.949,46 en los dos primeros años y de \$ 1.021.131,71 en los restantes.

Una vez iniciado el quinto período en la cuenta de activos corrientes se produce cierto incremento, causado fundamentalmente por el aumento de los insumos de materiales para los años restantes trayendo como consecuencia que el Capital de Trabajo aumente en \$ 12.182,25.

En forma de resumen se aprecia que las necesidades de financiamiento en la inversión de cuentas por cobrar representan el 87,56 % de las necesidades de capital de trabajo (\$ 883.456,97 / \$ 1.008.949,46), seguido de los insumos fundamentales \$ 428.581,60 para un 42,48 % y las necesidades de efectivo en caja tan solo un 1,13 % con \$ 11.427,47 de los \$ 1.008.949,46. Las cuentas por pagar como son fuentes de financiamiento gratuitas hacen que disminuyan sus necesidades de capital de trabajo en 31,17 % (ver tabla 7).

Determinación del Capital de Trabajo	
Elementos	Valor
Cuentas a cobrar	\$ 883.456,97
Insumos fundamentales	\$ 428.581,60
Efectivo	\$ 11.427,47
Cuentas a Pagar	\$ 314.516,58
Total de Capital de Trabajo	\$ 1.008.949,46

Tabla N° 7. Determinación del Capital de Trabajo

Financiamiento del proyecto

El crédito en moneda nacional correspondiente a la construcción y montaje y otros gastos, correrán a cargo de los bancos comerciales cubanos. Los términos y condiciones de dichos financiamientos propuestos en el estudio se muestran a continuación:

Se recibirá la línea del crédito nacional por un valor de \$3.009.995,65 representando el 25 % del préstamo recibido, con un costo del 15 % de interés, recibándose en el primer mes el 15 %, mientras que el exceso se absorberá de forma lineal en iguales cantidades al 5 %

(ver tabla 8). La deuda se contraerá por un período de cuatro años, con dos años de gracia, pagando solo el interés en ese plazo, posibilitando así las operaciones sin la necesidad de reembolsar el principal hasta los últimos dos años el cual se reintegrará de modo directo.

Línea de crédito nacional	
Margen del banco	15,00 %
Tasa Interés	15,00 %
Período de gracias	2 años
Pago del principal	2 años

Tabla N° 8. Línea de crédito nacional

El monto total de crédito otorgado por el Banco Popular de Ahorro (BPA) para el proyecto de inversión Sistema de Filtración de Efluentes asciende a más de 3,00 MCUP con intereses para el año 2011 de \$ 191.887,22 desde el mes de enero hasta diciembre de ese mismo año y de \$ 423.280,64 para el 2012 que es cuando termina el período de gracia. Como en el año 2013 comienzan los reembolsos de principal que ascienden a \$ 1.504.997,83 y de \$ 125.416,49 mensuales, ello conlleva a que los intereses declinan mensualmente de \$ 36.057,24 en el mes de enero a \$ 18.812,47 en diciembre. Para el 2014 los intereses solo son de \$ 17.244,77 en el mes de enero y ya en el penúltimo mes serán de \$ 1.567,71.

La cuantía de intereses pagados al BPA ascenderá a \$ 1.047.854,70 lo que hará que el total de préstamo otorgado una vez reembolsado el principal junto a intereses ascienda a \$ 4.057.850,40.

Está establecido que los recursos de inversión importados, como regla general, deberán obtenerse a partir de créditos externos a las entidades, sin afectar los aportes al Estado¹. Especifican las Resoluciones que el Estado solo financiará, como norma, las inversiones destinadas a satisfacer las necesidades sociales y las propias de su gestión.

Cumpliendo dichas Resoluciones, se concibió cubrir el costo capital en divisas de las inversiones del filtro y el sedimentador con financiamiento externo, bajo el régimen de las siguientes condiciones:

¹ La Resolución Económica del V Congreso del Partido Comunista de Cuba y la Resolución del año 2002, del Banco Central de Cuba.

La institución bancaria encargada de proporcionar el financiamiento impondrá a la empresa un cobro adicional de 1,50 % (Management fee) por el préstamo dado, que no es más que una cuota o retribución por los gastos de dirección o administración. Además de un honorario de 0,50 % por el efectivo no utilizado hasta la fecha (Commitment fee). El interés impuesto sobre el préstamo será del 4 % (Tasa Libor 2,50 % más Margen del Banco 1,50 %) del efectivo consumido mensualmente (ver tabla 9).

Línea de crédito extranjero	
Tasa Libor	2,50 %
Margen del banco	1,50 %
Tasa Interés	4,00 %
Commitment fee	0,50 %
Management Fee - flat	1,50 %
Período de gracias	2 años
Pago del principal	3 años

Tabla N° 9. Línea de crédito extranjero

La línea del crédito externo es de un valor equivalente a \$ 8.923.638,45 constituyendo el 75 % del monto total de la inversión, utilizándose en el primer mes el 15 %, mientras que la cuantía remanente se consumirá solo el 5 % mensual. La deuda se contraerá por un período de cinco años, con dos años de gracia, posibilitando las operaciones sin la necesidad de reembolsar el principal hasta los últimos tres años donde se reintegrará de modo directo.

El monto total de intereses para el año 2011 será de \$ 311.211,89 de los cuales \$ 151.701,85 serán de intereses para un 48,75 %, la retribución por la administración de los recursos será de \$ 133.854,58 con un significativo 43,01 % y solo los honorarios representarán el 8,24 %. Ya para el 2012 de los \$ 337.425,08 de pago total de intereses, solo el 0,83 % le corresponde a los pagos de honorarios y los restantes 99,17 % de intereses.

Al comenzar los reembolsos de principal en el 2013 comienza la tendencia declinante de los intereses y en este año serán de \$ 292.497,04, \$ 173.515,19 en el 2014 y los últimos \$ 54.533,35 para el 2015 donde finaliza la obligación del préstamo (ver anexo 13-A). Los intereses totales se elevan a \$ 1.006.883,87, las retribuciones por la administración del préstamo asciende a \$ 133.854,58 ya descrita anteriormente y los honorarios por la línea

de crédito no utilizada a \$ 28.444,10, lo que hace que el préstamo total se eleve a \$ 10.092.821,00.

1.5 Flujo de Caja para el Proyecto de Inversión Sistema Filtración de Efluentes

A continuación se procederá a analizar el Flujo de Caja para el proyecto de inversión Sistema Filtración de Efluentes. Tal estudio es el de mayor importancia, pues en él se establece si es factible o no realizar el proyecto.

El modelo comienza reflejando los ingresos por concepto de ventas para cada uno de los trece años de explotación del proyecto. Los cuales con un valor de \$ 10.601.483,68 son constantes, producto de que la instalación iniciará sus operaciones al cien por ciento de su capacidad productiva. Los dos primeros años del período en estudio carecen de tales ingresos, dado a que están destinados a la construcción y montaje de los equipos de la instalación. Luego se le deduce un 5 % de impuesto conocido como regalías, que no son más que un cargo que graba el estado cubano a las empresas cuyas ventas se ejecutan en CUC.

El costo de operación de la instalación se hallará entre los rangos de \$ 3.004.265,16 en los dos primeros años de explotación y para la etapa restante de \$ 3.213.103,76, este incremento estimulado principalmente por el aumento en el mantenimiento, una vez consumidas las piezas de repuesto adquiridas con la inversión inaugural. Por tal razón la Utilidad en Operaciones tiende a disminuir en la misma medida que aumenta el costo de operación atinándose entre los niveles de \$ 7.067.144,33 en los años tres y cuatro de la vida del proyecto y de \$ 6.858.305,74 para los años excedentes. En éste caso de acuerdo con la resolución 379 del 2003 se emplea la depreciación en forma lineal por un valor del 6 % anual, restando el mismo importe todos los años, exceptuando el último que contiene además el valor residual de la depreciación por un importe de \$ 2.625.399,50. También son deducidos los costos financieros que se reintegrarán en el primer quinquenio por una valía de \$ 503.099,11, \$ 760.705,72, \$ 621.715,31, \$ 276.983,79 y \$ 54.533,35 respectivamente. Las Reservas para Contingencias representan el 5 % de la Utilidad Bruta y existirán siempre y cuando ésta posea un valor positivo.

El Impuesto fijado a una tasa del 45 % se le carga a la empresa en los períodos en que registre Utilidades Imponibles. Estos valores, con una tendencia a aumentar

progresivamente de \$ 2.449.323,19 a \$ 2.625.827,99 a partir del tercero y hasta el sexto año, desde ese momento conservan un comportamiento constante, con la particularidad de que en el año concluyente disminuye en 42,7 % su valor, inducido principalmente por el valor residual de la depreciación al final del ciclo de vida del proyecto.

Sería oportuno señalar que en los dos primeros períodos se observan Pérdidas Netas incitadas por los costos financieros, revirtiendo esta situación con un significativo repunte positivo en el tercer año, y logrando Utilidades Netas que fluctúan entre \$ 1.837.574,08 a un importe máximo de \$ 3.209.345,32.

Para determinar el Flujo de Caja Neto del Proyecto, se le agregó a la Utilidad Neta la Depreciación el Valor Residual en el año correspondiente, las Reservas para Contingencias y la variación de Capital del Trabajo, menos el Costo Capital de Inversión con una utilización en el primer año de \$ 8.353.543,87 y \$ 3.580.090,23 en el segundo. El Flujo de Caja neto oscila con valores de (\$ 8.856.642,99) pesos para el primer año, (\$ 4.340.795,95) para el segundo año, \$ 5.005.055,29 para el tercer año, \$ 4.193.464,62 para el cuarto año, \$ 4.213.439,66 para el quinto año y \$ 4.232.477,75 para la etapa restante exceptuando el último año (2025) que es de \$ 6.375.967,75 debido a que en este año se le incorpora el valor residual de la depreciación.

El Flujo de Caja Neto Actualizado que no es más que los flujos anuales descontados al costo de capital, se pronostican en (\$ 8.856.642,99) de pérdida para el 2011, y de (\$ 3.774.605,17) para el año siguiente. A partir de entonces se percibe una mejoría notable donde comienzan a proporcionar beneficios, y en el 2013 alcanzan su mayor nivel con \$ 3.784.540,86. Los años restantes la propensión es a disminuir hasta llegar \$ 687.895,96 en el penúltimo período de análisis.

El Flujo de Caja Actualizado Acumulado muestra valores negativos hasta el sexto año de vida del proyecto, además representa el valor presente neto, ya que parte de la inversión aumentando y disminuyendo en dependencia de los flujos de caja, y alcanzará un monto conclusivo de \$ 8.767.631,39.

El Costo de Capital (o tasa de descuento), del 15 % puede ser afectado por diferentes factores, tales como el grado de riesgo del proyecto, el nivel de las tasas de interés, de la

inflación u otros, y es asignado por disposición de una de las instituciones financieras encargada de proporcionar el crédito, en éste caso el Banco Popular de Ahorro (BPA).

Como resultado del estudio de factibilidad económica realizado al Proyecto de Inversión Sistema de Filtración de Efluentes; se observa en el modelo flujo de caja que la Tasa Interna de Rendimiento se eleva al 27,1 % superior a su costo de capital, y el período de recuperación de la inversión con actualización es de 5,86 años y sin actualización de 3,95 años. .

1.6 Planificación del Proyecto de Inversión Sistema Filtración de Efluentes

Después de demostrar que es factible el proyecto de inversión Sistema de Filtración de Efluentes, se procede a la ejecución de las actividades de montaje y construcción. La inversión comenzará a ejecutarse a partir del mes de agosto y se prevé culmine aproximadamente dos años después. A continuación se presenta el cronograma de ejecución:

Cronograma de Ejecución: 23 meses

ACTIVIDAD	MESES																						
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
Configuración y negociación de Consorcio																							
ORDEN DE COMPRA (1ER PAGO 15%)																							
Desarrollo Ingeniería Básica																							
Desarrollo Ingeniería Detallada																							
(2DO PAGO 15%)																							
FABRICACIÓN																							
DESPACHO A C/GENA																							
EMBARQUE LÁMINA																							
EMBARQUE EQUIPOS																							
TERCER PAGO (30%)																							
TRANSPORTE A LA HABANA																							
OBRA CIVIL																							
INSTALACIÓN LÁMINA																							
MONTAJE EQUIPOS																							
PRUEBAS																							
PUESTA EN MARCHA Y CALIBRACIÓN																							
(4TO PAGO 40%)																							

Términos de pago

Primer pago: 15 % del importe total del pedido deberá ser pagado dentro de los 20 días posteriores a la fecha de confirmación del pedido ó firma del contrato.

Segundo pago: 15 % del importe total del pedido una vez desarrollada la ingeniería.

Tercer pago: 30 % del importe total del pedido deberá ser pagado contra los documentos siguientes:

- Factura comercial por el importe del suministro, citando número del contrato y marcas de embarque en 2 copias.
- Conocimiento de embarque (B/L).
- Lista de empaque en 3 copias.
- Copia de fax del comprador avisando los detalles de la entrega.

Cuarto pago: 40 % del importe total del pedido deberá ser pagado a la puesta en marcha contra Certificado de entrega emitido por el vendedor y aprobado por el comprador.

Este cuarto abono deberá ser pagado antes de los 10 meses posteriores a la fecha del conocimiento de embarque (B/L), con un interés de 6 % anual por aplazamiento.

Los pagos del segundo, tercer y cuarto abono del importe total del pedido deberán ser cubiertos por una Carta de Crédito irrevocable, confirmada, a la vista, emitida por Banco Europeo previamente aprobado por la compañía TEPSA.

La Carta de Crédito debe ser válida para un período de 24 meses desde la fecha de su aviso. De cualquier forma, el comprador debe asegurarse que la Carta de Crédito permanezca en vigor hasta al menos siete meses después de la fecha de entrega de la planta operando.

CONCLUSIONES

Realizado el Estudio de Factibilidad Económica del proyecto de inversión Sistema de Filtración de Efluentes arribamos a las siguientes conclusiones:

1. En el Proyecto Filtración de Efluentes se incrementa la eficiencia metalúrgica de la Planta de Cobalto por la disminución de las pérdidas de níquel que rebosan de los sedimentadores de carbonato como níquel disuelto y sólido en suspensión en 800 t/año.
2. El monto total de la inversión será de \$ 11.933.634,10 de los cuales \$ 6.223.309,21 se destinan para la adquisición del equipamiento y materiales, \$ 2.314.611,97 para la construcción y montaje de la instalación, con una necesidad de capital de trabajo de \$ 1.021.131,71, destinando \$ 2.827.444,64 para otros gastos y \$ 568.268,29 como reserva para contingencias.
3. La depreciación para cada uno de los años de vida del proyecto se calculó mediante el método lineal, depreciando el 6 % anual con un valor residual en el último período de \$ 2.625.399,50.
4. Los Costos Totales de Operación alcanzarán una cifra de \$ 3.004.265,16 para los dos primeros años de producción y de \$ 3.213.103,76 para los años restantes.
5. Los ingresos proyectados que están en función del precio del níquel en el mercado internacional, serán constantes en todo el ciclo de vida del proyecto con un valor de \$ 10.601.483,68.
6. Los flujos de caja asumirán una tendencia inestable encontrándose entre los (\$ 8.856.642,99) y \$ 6.375.967,75, debido a la influencia que ejerce los costos financieros y el valor residual de la depreciación.
7. El valor actualizado en el proyecto de la inversión presenta saldos positivos a partir del tercer año coincidiendo con la puesta en marcha del proyecto, alcanzando un valor máximo de \$ 3.830.758,14 disminuyendo gradualmente hasta alcanzar su valor mínimo de \$ 687.895,92, con una tasa de descuento del 15 %.
8. El proyecto tiene un Valor Actual Neto de \$ 8.767.631,39 y una Tasa Interna de Rendimiento de 27,10 % a una tasa de descuento del 15 %.
9. El período de recuperación de la inversión en este proyecto es de 3,95 años sin los saldos actualizados y con la actualización de los saldos de 5,86 años.
10. Este proyecto permite a la empresa restablecer su programa medioambiental a partir de la utilización del sedimentador de lodos para el tratamiento de los efluentes líquidos,

ubicado en la Planta de Preparación de Mineral además de contar con el equipamiento para la evacuación de los gases que se desprenden del sedimentador.

11. Los resultados obtenidos en éste análisis permiten afirmar que la inversión del Proyecto Sistema de Filtración de Efluentes es económicamente factible lo que valida la hipótesis formulada.

RECOMENDACIONES

Teniendo en cuenta que los indicadores económicos del estudio de Factibilidad Económica realizado al proyecto de inversión Sistema de Filtración de Efluentes han arrojado resultados económicamente factibles, recomendamos:

1. Implementar el proyecto de inversión Sistema de Filtración de Efluentes íntegramente, ya que la construcción y montaje de una sola de sus fases no cumple objetivo, pues estos equipos distribuidos por fases para su instalación dependen los unos de los otros para cumplir con su cometido.
2. Se ejecute el proceso de construcción y montaje de la instalación, atendiendo a que, cierto retraso traería como consecuencia un aumento relativo del presupuesto de capital del proyecto cuando los pronósticos alcanzan entre un 3 y el 6 % para el próximo año.
3. Sugerir al Grupo Empresarial Cubaníquel la implementación del proyecto en los términos actuales debido a la volatilidad del precio del níquel en el mercado internacional, los que se encuentran a un nivel relativamente alto y que se puede revertir rápidamente.

BIBLIOGRAFÍAS

1. Brealey, Richard A. y Stewart C Myers. Fundamento de Financiación Empresarial. Mc Graw-Hill. (1997)- 1203p
2. Bueno Campos, E., I. Cruz R, y J.J. Durán H. Economía de la Empresa. Análisis de las Decisiones Empresariales. Ediciones Pirámides, S.A. Madrid (1985)-749p
3. Contabilidad Financiera. Introducción. Tomo I y II. EMPES.(1994)-738 p
4. Estrada Santander, José Luis. Diccionario económico. La Habana: Editora Política. (1987)-232 p
5. Fred Weston, J.,y E. F. Brigham. Fundamentos de Administración Financiera. Mc Graw-Hill. (1994)-1228p
6. Fundamentos de Administración Financiera. Parte I y II.
7. Fundamento de Financiación Empresarial. Cuarta Edición. Tomo I, II y III. EMPES. (1997)1185p
8. Gitman, Lawrence. Principios de Administración Financiera. Décima Edición. Editorial Pearson. Educación. Año 2003.762p
9. Giugni de Alvarado L., C.E Hedgui, I. González y V. Guerra. Evaluación de Proyectos de Inversión. Universidad de Carabobo. Dirección de Medios, Publicaciones y RRPP. Primera Edición. (1985)-434p
10. Guzmán Pascal, Arturo. El Proceso Inversionista. Editorial Ciencias Sociales.(1989)-387p
11. Infantes Pérez, Inés y Marlenis Seisdedos Rico. Cómo elaborar referencias bibliográficas de documentos impresos y documentos electrónicos. Universidad de Holguín, 2002. 24 p
12. MINISTERIO DE LA AGRICULTURA – GEDAC. Metodología para los Estudios de Factibilidad Económica. La Habana, 2001. 46 p
13. Nieto de Alba, Ubaldo. Matemática de la Operaciones Financieras. Ediciones ICAL. Madrid (1965)-420p
14. Quince Marín, Daysi. Metodología para medir la recuperación del capital de las inversiones. Análisis Post-inversión.
15. Richard Jordá, E. Evaluación de Inversiones Industriales. Editorial Alhambra. (1983)-420p
16. Richardson. Process Plant Construction. (1998)

17. Soldevilla García, Emilio. Inversiones y Mercados e Capitales. Editorial Milladoiro. Vigo(España),1990- 394p
18. <http://dictionary.cambridge.org>
19. [http:// WWW .productividad y eficiencia.htm](http://WWW.productividadyeficiencia.htm)
20. <http://www.gestiopolis.com/recursos6/Docs/Fin/analisis-economico-financiero.htm>

