

**EVALUACION TECNICA-ECONOMICA DEL PROYECTO DE INVERSION COMPRA Y MONTAJE DE MICROSCOPIO ELECTRONICO DE BARRIDO.****TECHNIQUE-ECONOMIC EVALUATION OF THE PROJECT OF INVESTMENT BUYS AND ASSEMBLY OF ELECTRONIC MICROSCOPE OF SWEEPING.**

Geraldo Arbolaez Sarabia <sup>(1)</sup>; Yarisleydis Nicot Rochet<sup>(1)</sup>.

El escenario actual de las investigaciones en el campo de la minería y la metalurgia en Cuba exige la aplicación de ensayos analíticos de avanzada, que permitan estudiar la morfología de los minerales y su estructura, las superficies de las caras y fracturas, así como la detección de dislocaciones y la caracterización cualitativa y cuantitativa de las fases presentes. La microscopía electrónica es una técnica analítica no destructiva, que aumenta cientos de miles de veces el tamaño del material bajo estudio, revelando rápidamente la presencia de minerales de interés económico o científico. Teniendo en cuenta que en el Sistema Empresarial Geominero no existe ningún equipo que permita el empleo de esta técnica, el CIPIMM apoyado por la Dirección de Geología del MINEM decide invertir en la compra de un Microscopio Electrónico de Barrido (MEB) y sus accesorios, dado que ofrece una respuesta loable ante estos requerimientos. En el presente trabajo se evaluó la factibilidad técnica-económica de la adquisición y el montaje del Microscopio Electrónico de Barrido mediante la metodología que establece el Ministerio de Economía y Planificación. De acuerdo a todas las salidas de efectivos calculadas para los gastos de esta inversión y de operación del equipo para brindar los servicios de microscopía planificados, con las consecuentes entradas de efectivos previstas, se determinó que el proyecto es factible desde el punto de vista técnico-económico, donde se obtuvo un Valor Actual Neto (VAN) de 478,2 MMT, una Tasa Interna de Retorno (TIR) de un 26,5% y un Periodo de Recuperación (PR) de la inversión en 4,4 años.

**Palabras clave:** MEB, factibilidad técnica-económica, inversión

The current scenario of research in the field of mining and metallurgy in Cuba requires the application of advanced analytical tests for the study of the morphology of minerals and structure, the surfaces of the faces and fractures, as well as detection dislocation and qualitative and quantitative characterization of the phases present. Electron microscopy is nondestructive analytical technique that increases hundreds of thousands of times the size of the material under study, quickly revealing the presence of minerals of economic or scientific interest. Given that there is no equipment to enable the use of this technique, the CIPIMM supported by the Department of Geology MINEM decides to invest in buying a Scanning Electron Microscope (SEM) and its accessories in the Geominero enterprise system, given which offers a commendable response to these requirements. In this paper the technical and economic feasibility of the acquisition and installation of Scanning Electron Microscope using the methodology established by the Ministry of Economy and Planning was evaluated. According to all outputs effective calculated for the cost of the investment and operation of equipment to provide services planned microscopy, with consequent entries planned manpower, it was determined that the project is feasible from a technical standpoint economic, where a Net Present Value (NPV) of 478,2 MMT, an Internal rate of Return (IRR) of 26,4% and a recovery period (PR) of investment in 4,4 years was obtained.

**Keywords:** SEM, technical-economic feasibility, investment.

**Recibido:** 17 de junio del 2016

**Aprobado en su forma original:** 24 de marzo del 2018

1. Centro Investigaciones para la Industria Minero Metalúrgica, CIPIMM, Carretera Varona No.12028, km 1½, Boyeros, La Habana, Cuba, CP 10800, [gerardo@cipimm.minem.cu](mailto:gerardo@cipimm.minem.cu)

2

## INTRODUCCIÓN

El Microscopio Electrónico de Barrido con Analizador de Rayos X es la variante más económica y versátil de la Microsonda Electrónica. Se trata de una técnica no destructiva que aumenta cientos de miles de veces el material bajo estudio, que revela rápidamente la presencia de minerales de interés económico o científico, los cuales pueden ser analizados tanto cualitativa como cuantitativamente. Estos análisis van desde el Berilio hasta el Uranio, pudiendo ser las muestras tanto partículas microscópicas como polvos y bloques sólidos. (Faraldos, 2002)

En la Mineralogía hace factible la localización e identificación de minerales, teniendo en cuenta su morfología dimensiones y composición química, que permita la comparación de espectros con bases de datos y con análisis anteriores, siendo posible caracterizar inclusiones microscópicas en la superficie y el interior de minerales, la identificación precisa de los materiales que forman una roca y el estudio de minerales infrecuentes y alterados. (Mendoza, 2004)

Respecto a la prospección minera, apoya en la confirmación o descarte del potencial económico de una zona, siendo factible la localización de minerales y microorganismos indicadores de la posible presencia de recursos mineros. Otro campo importante de aplicación de esta técnica es la paleontología y en particular la búsqueda de microfósiles marcadores de recursos mineros y útiles en la datación de rocas. (Nin GV, 2000)

En la Minería facilita no solo la estimación cuantitativa de minerales de interés, sus dimensiones, pureza y procedimientos apropiados de extracción, sino que favorece la búsqueda de tierras raras u otros minerales valiosos de manera que no pasen inadvertidos en gangas o en posibles exportaciones. También se pueden controlar productos finales y vertimientos, siendo factible su empleo en una gama que va desde metales y piedras preciosas, hasta áridos y minerales de relleno. (Pirard, 2004)

El Microscopio Electrónico tiene un gran impacto en el desarrollo de nuevos materiales como los nanotecnológicos para la obtención, almacenamiento y transporte de energía. En el campo del petróleo su aplicación se distribuye en toda la línea productiva, desde la prospección, explotación, procesamiento, calidad e incidencia ambiental. También industrias grandes consumidoras de minerales, como las de cerámica, construcción, electrónica y metalúrgica, tienen requerimientos que pueden ser acometidos con rapidez y precisión con esta técnica. (Morales, 2008)

El impacto económico de un Microscopio Electrónico en el Ministerio de Energía y Minas (MINEM) sería sustancial, al permitir la rápida detección y caracterización de minerales con elevado valor. El alcance de este equipo sería brindarle servicios a todo el Ministerio, al resto de las empresas del país y las del exterior, participando en la identificación de minerales, el estudio de su pureza, el monitoreo de los productos de partida y elaborados, el control de la calidad y del impacto ambiental de diferentes producciones.

Debido a la imposibilidad de disponer una tecnología tan ventajosa en el MINEM para aplicar y solucionar situaciones problemáticas en el sector de la minería u otras industrias cubanas y extranjeras, es que se decide, que el CIPIMM como Centro de Investigación de GeoMinSal, invierta en un MEB, financiado por el presupuesto de la Geología, para poder brindar los servicios de microscopía electrónica a todas las empresas del ministerios y exteriores a este.

Para ejecutar esta inversión es necesario demostrar que el proyecto es factible durante su vida útil de explotación.

Por esta razón, se define el problema que se pretende resolver con el desarrollo del presente trabajo, que no es más que el desconocimiento de la factibilidad económica del proyecto de inversión correspondiente a la compra y montaje del MEB.

El presente trabajo tiene el objetivo general de evaluar la factibilidad técnica-económica del proyecto de inversión correspondiente a la compra y el montaje del MEB.

De este objetivo general se derivan los siguientes objetivos específicos:

1. Determinar el Valor Actual Neto del proyecto de inversión.
2. Determinar la Tasa Interna de Retorno del proyecto de inversión.

Para el presente trabajo se aplicó como principal herramienta la metodología de Estudios de Factibilidad Técnicos-Económicos realizada por el Ministerio de Economía y Planificación. Como principales técnicas se utilizaron las entrevistas, las búsquedas bibliográficas y la revisión de documentos.

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

### **Evaluación técnico económica**

#### **Entradas de efectivos**

Para determinar las entradas de efectivos de los servicios de microscopia, se realizó un estudio de los precios establecidos por los laboratorios a nivel mundial que brindan estos servicios para implantar el precio por horas de utilización del microscopio.

Con respecto a la determinación de la demanda, se realizó un estudio de las empresas nacionales que han solicitado estos servicios de microscopia al CIPIMM y que por no contar con el equipamiento y la tecnología, no se habían efectuado. Con este estudio se determinó la demanda del primer año de explotación del equipo, y estimando el incremento de análisis de los laboratorios internacionales y las estrategias de incrementos de mercados del Centro, se estipuló el porcentaje de incremento de las demandas por año.

Con estas dos variables fue que se pudo determinar las entradas de efectivos por cada año de explotación del equipo.

#### **Costo de inversión**

Para calcular el costo total de la inversión se determinó el costo del Capital Fijo de Inversión y el Capital Trabajo necesario para los gastos de operación iniciales.

En el cálculo del costo del Capital Fijo de la inversión fue necesario establecer el costo del MEB, de construcciones y montajes y los de gastos previos al proyecto. Para el cálculo del costo del MEB se realizó un estudio del mercado internacional de los proveedores que ofertaban este tipo de equipo y se seleccionó el MEB que técnicamente y económicamente era más factible para el CIPIMM.

El Capital de Trabajo de un proyecto de inversión es un monto que se calcula para las operaciones iniciales en la etapa de explotación. Debido al largo tiempo que demoran las importaciones, se decidió comprar junto al equipo los bienes intermedios necesarios para la etapa inicial de explotación del equipo. Estos gastos fueron reflejados en los costos de capital fijo del proyecto, como dotaciones iniciales.

Teniendo en cuenta la estimación de las demandas de servicios de microscopias, este equipo tarda en consumir aproximadamente, dos años, los bienes intermedios adquiridos, por lo que a los dos años según los cálculos del estudio técnico-económico, el proyecto es capaz de financiar los gastos de operaciones necesarios.

#### **Costos de operación**

Para determinar los costos de operación durante la vida útil del proyecto, se calcularon las materias primas necesarias para realizar los análisis, los costos de servicios públicos, salarios, impuestos, gastos de mantenimientos y de administración

#### **Análisis económico**

Se utilizaron los métodos dinámicos VAN, TIR

El indicador de rentabilidad Valor Presente Neto (VAN), se calcula por la expresión:

$$VAN = (FC_0 * a_0) + (FC_1 * a_1) + \dots + (FC_j * a_j) + \dots + (FC_n * a_n)$$

o sea 
$$VAN = \sum_{j=0}^n FC_j a_j$$

(Ecuación 1)

Dónde:

**FC** es la corriente de liquidez neta de un proyecto, o ingreso neto, positivo o negativo que se obtiene en los años 0,1, 2, 3,..., n.

**(a)** es el factor de actualización en los años 1,2, 3,..., n, correspondiente a la tasa de actualización que se utilice.

El factor de actualización puede calcularse mediante la fórmula:

$$a_j = \frac{1}{(1+k)^j} \quad \text{(Ecuación 2)}$$

Donde *i* es la tasa de actualización y *j* es igual a 1,2, ... n, es decir para cada año del proyecto en que se generan egresos e ingresos en efectivo.

La Tasa Interna de Retorno se define como la tasa de descuento que hace que el valor presente neto sea igual a 0.

La fórmula para el cálculo de la TIR será:

**Tabla 1. Proyección de la demanda de servicios de microscopia electrónica**

PROYECCION DE LA DEMANDA										
Años	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<b>CANTIDAD HORAS DE MICROSCOPIA ELECTRONICA DE BARRIDO (h/a)</b>										
TOTAL	1200	1380	1587	1825	2099	2414	2776	3192	3671	4221

En las investigaciones realizadas sobre los precios que establecen los laboratorios que realizan servicios de microscopia electrónica, se concluye que la mayoría de estos servicios estaban valorados en 100 pesos, aproximadamente, por cada hora de trabajo del equipo, por lo que se estima cada hora de

$$TIR = i1 \frac{VAN_p (i_2 - i_1)}{VAN_p + VAN_n} \quad \text{(Ecuación 3)}$$

Dónde:

**i1**, es la tasa de actualización en que el VAN es positivo e **i2** en que es negativo. VAN p y VAN n son los resultados correspondientes al VAN positivo a la tasa i1 y al VAN negativo a la tasa i2. El VAN n se suma con signo positivo.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Programación y valor de la producción

Los análisis de microscopia electrónica se estimaron para 1200 horas de trabajo del equipo en su primer año de explotación, de acuerdo al estudio de las demandas presentadas por las empresas nacionales que iban a prescindir de estos servicios. Según las investigaciones de laboratorios que ejecutan este tipo proyecto de inversión y el programa de propaganda del CIPIIMM con respecto a estos servicios, se estima que la demanda se incrementaría en un 15% anual y que en el décimo año del proyecto, al CIPIIMM se le demandaría 4221 horas de trabajos con el MEB tal como se muestra en la Tabla 1.

trabajo del equipo en ese precio. Con la evaluación de las demandas de servicios y el precio definido, se precisó los posibles ingresos en los primeros 10 años de vida útil de explotación de este proyecto tal como se muestra en la Tabla 2.

**Tabla 3. Ingresos por servicios de microscopia electrónica por años**

Servicios		Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
<b>Análisis de MEB</b>	MMT	170.1	195.6	225.0	258.7	297.6	342.2	393.5	452.6	520.5	1,143.5

**Programación y valores de los consumos fundamentales para la operación del equipo**

En la tabla 3, se muestran los consumos fundamentales y los servicios públicos necesarios para operar el MEB. Por cada kit de consumo el equipo es capaz de trabajar por 2

años de explotación, compensando todas las demandas programadas para estos 2 años de trabajos. El cálculo de los consumos fundamentales para el equipos están valorados por 77.9 miles de pesos y 3.2 miles de pesos para el pagos de servicios públicos durante los primeros 10 años de explotación del proyecto.

**Tabla 4. Desglose y valores de los consumos fundamentales por año**

Descripción	UM	Índ cons	Total	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<b>Mat primas y materiales</b>			<b>MMT 77.9</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>20</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>22</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>24</b>	<b>2</b>
P10	TQ/MEB	1		0	0	2	2	2	2	2	2	2	2
Kit para SEM A	Kit/MEB	0.5		0	0	6	0	0	7	0	0	7	0
Kit para SEM B	MT/MEB	0.5		0	0	11	0	0	13	0	0	14	0
<b>Servicios públicos</b>			<b>MMT 3.2</b>	<b>0.2</b>	<b>0.2</b>	<b>0.3</b>	<b>0.3</b>	<b>0.3</b>	<b>0.3</b>	<b>0.4</b>	<b>0.4</b>	<b>0.4</b>	<b>0.5</b>
Electricidad	KWh/MEB	1716		0.2	0.2	0.3	0.3	0.3	0.3	0.4	0.4	0.4	0.5
Agua	M³/MEB			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

**Fuerza de trabajo y salario**

La fuerza de trabajo necesaria para la operación del equipo se compone por un Especialista Principal y un Investigador Agregado. El pago de salarios estimados para

estos dos trabajadores es de 16,7 miles de pesos anuales y 167,0 miles de pesos durante los 10 primeros años de explotación del proyecto. (Ver tabla 5).

**Tabla 5. Fuerza de trabajo y salario por cargo ocupacional**

Cargos ocupacionales	TOTAL	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<b>Fuerza de trabajo directa</b>											
Especialista principal											
Cantidad de trabajadores		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Salario total		9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0
Investigador Agregado											
Cantidad de trabajadores		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Salario total		7.7	7.7	7.7	7.7	7.7	7.7	7.7	7.7	7.7	7.7
Cantidad de trabajadores		2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
<b>Salario total</b>	<b>167.0</b>	<b>16.7</b>	<b>16.7</b>	<b>16.7</b>	<b>16.7</b>	<b>16.7</b>	<b>16.7</b>	<b>16.7</b>	<b>16.7</b>	<b>16.7</b>	<b>16.7</b>
<b>SALARIOS</b>	Turnos	Trab/	Total	Salario/	Salario/	Salario/	Salario/				
		TURNOS	TRAB	TRAB \$	MES \$	AÑO \$	AÑO M\$				
Especialista principal	1	1	1	750.00	750.00	9000.0	9.0				54.0%
Investigador Agregado	1	1	1	640.00	640.00	7680.0	7.7				46.0%
<b>TOTAL SALARIOS</b>			<b>2</b>			<b>16.7</b>	<b>16.7</b>				
<b>AÑOS</b>		<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>
<b>VOLUMEN PRODUCCION</b>		1200	1380	1587	1825	2099	2414	2776	3192	3671	4221

<b>VALOR PRODUCCIÓN</b>		170.2	195.7	225.0	258.8	297.6	342.3	393.6	452.6	520.5	598.6
<b>SALARIO ANUAL</b>	MPMN	16.7	16.7	16.7	16.7	16.7	16.7	16.7	16.7	16.7	16.7
Especialista principal		9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0
Investigador Agregado		7.7	7.7	7.7	7.7	7.7	7.7	7.7	7.7	7.7	7.7

**Valor de la inversión**

Los costos de este proyecto de inversión están valorados por los gastos en construcción civil, equipamiento, aranceles y márgenes comerciales de importaciones del equipo y los gastos previos de producción.

Para la instalación del equipamiento fue necesario acondicionar un local con todos los requisitos recomendados por el fabricante, en el cual se estima invertir 1,3 miles de pesos, ya que las adecuaciones que hay que realizar no tienen un alto grado de complejidad.

El valor total del MEB junto a todos sus accesorios están valorados por 358,6 miles de pesos, según la oferta que nos hace el proveedor extranjero. Los aranceles y el margen comercial que hay que pagarle a la Empresa Importadora EMIDICT por sus servicios de importación corresponden a 186,2 miles de pesos.

Los gastos previos a los servicios del equipo están comprendidos por los gastos de capacitación al personal que va a operar el

MEB y gastos de pruebas y puestas en marcha en el lugar donde se va a iniciar la exploración. Estos gastos están estimados por 25,7 miles de pesos.

El capital de trabajo necesario para los primeros años de explotación del proyecto, no fue calculado, ya que con la compra del equipo se reciben 2 Kit de materias primar e insumos necesarios que abastecen los 2 primeros años de explotación del MEB. Ya en este periodo de tiempo el proyecto es capaz de autofinanciar el resto de las materias primas e insumos necesarios durante su vida útil, estimando que se cumpla con los servicios planificados para todos estos años de trabajo.

La depreciación del proyecto fue calculada a partir de las tasas anuales establecidas por el Ministerio de Economía y Planificación (MEP) tal como se muestra en la tabla 6. De manera general el costo total de la inversión de este proyecto está valorado por 571,8 miles de pesos.

**Tabla 6. Costos de inversión**

	COSTO INVERSION			Tasa	DEPRECIACION		
	TOTAL	MN	CUC	anual	TOTAL	MN	CUC
<b>INVERSION FIJA (1)</b>	<b>546.1</b>	<b>168.1</b>	<b>378.0</b>				
Diseño e Ingeniería (proyectos y tecnología)	0.0			10.0%	0.0	0.0	0.0
Construcción Civil	1.3	1.0	0.3	3.0%	0.0	0.0	0.0
Montaje				6.0%	0.0	0.0	0.0
Maq.y equipos (inc.eq. auxiliar.y piez.rep.)	358.6	0.2	358.4	6.0%	21.5	0.0	21.5
Aranceles, márgenes comerciales	186.2	166.9	19.3	6.0%	11.2	10.0	1.2
<b>GASTOS PREVIOS DE PRODUCCION (2)</b>	<b>25.7</b>	<b>0.0</b>	<b>25.7</b>				
Asesoramiento técnico	0.0			10.0%	0.0	0.0	0.0
Capacitación y adiestramiento	8.7		8.7	10.0%	0.9	0.0	0.9
Pruebas y puesta en marcha	17.0		17.0	10.0%	1.7	0.0	1.7
<b>CAPITAL FIJO (1+2) =(3)</b>	<b>571.8</b>	<b>168.1</b>	<b>403.7</b>		<b>35.3</b>	<b>10.1</b>	<b>25.2</b>
<b>INCREMENTO CAPITAL DE TRABAJO (4)</b>							
<b>Imprevistos ( 5 )</b>	<b>0.0</b>						

10%							
<b>COSTO TOTAL DE INVERSION (3+4+5)=(6)</b>	<b>571.8</b>	<b>168.1</b>	<b>403.7</b>				

**Costos de producción del proyecto**

Los costos de producción para la etapa de explotación de este proyecto están valorados por los costos de operaciones, depreciación y los gastos financieros. Los costos directos de operaciones están apreciados por los costos directos e indirectos. Los costos directos de producción están estimados por 289,9 miles de pesos tal como se muestra en la tabla 6, ya que contempla los gastos de materias primas e insumos, los gastos de servicios públicos, salario directo y el impuesto del salario y el aporte a la seguridad social.

Los gasto indirectos están apreciados por 242,4 miles de pesos, ya que contemplan los gastos de mantenimiento y de administración.

En general los gastos de operaciones se estimaron por 523,3 mieles de pesos.

Los gastos financieros no fueron calculados en este estudio, ya que el financiamiento de esta inversión fue a través de la Geología y por tanto el CIPIMM no tiene que devolver el financiamiento y esto evita que existan gastos financieros.

En general los gastos totales de producción están valorados por 885,3 miles de pesos en los primeros 10 años de explotación del equipo, y estos aumentan anualmente en un 15%, ya que la demanda de servicios fue estimada con incremento anual igual al 15%.

**Tabla 7. Costos de producción**

MONEDA TOTAL	TOTAL	en miles de pesos									
		Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
<b>COSTOS DIRECTOS ( 1 )</b>	<b>289.9</b>	<b>21.1</b>	<b>21.1</b>	<b>41.4</b>	<b>23.2</b>	<b>23.3</b>	<b>43.3</b>	<b>23.5</b>	<b>23.6</b>	<b>45.5</b>	<b>23.8</b>
Materias primas, materiales e insumos		0.0	0.0	20.3	2.1	2.1	22.1	2.3	2.3	24.2	2.5
Servicios públicos		0.2	0.2	0.3	0.3	0.3	0.3	0.4	0.4	0.4	0.5
Salarios directos		16.7	16.7	16.7	16.7	16.7	16.7	16.7	16.7	16.7	16.7
Imp s/salario y seg social 25%		4.2	4.2	4.2	4.2	4.2	4.2	4.2	4.2	4.2	4.2
<b>COSTOS INDIRECTOS ( 2 )</b>	<b>242.4</b>	<b>24.2</b>	<b>24.2</b>	<b>24.2</b>	<b>24.2</b>	<b>24.2</b>	<b>24.2</b>	<b>24.2</b>	<b>24.2</b>	<b>24.2</b>	<b>24.2</b>
Gastos de Mantenimiento (inc.piez.rep.)		21.8	21.8	21.8	21.8	21.8	21.8	21.8	21.8	21.8	21.8
Gastos Administración y Otros		2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4
<b>COSTOS DE OPERACION ( 1 + 2 )</b>	<b>532.3</b>	<b>45.3</b>	<b>45.4</b>	<b>65.6</b>	<b>47.5</b>	<b>47.6</b>	<b>67.6</b>	<b>47.7</b>	<b>47.8</b>	<b>69.7</b>	<b>48.1</b>
<b>DEPRECIACION ( 3 )</b>	<b>353.0</b>	<b>35.3</b>	<b>35.3</b>	<b>35.3</b>	<b>35.3</b>	<b>35.3</b>	<b>35.3</b>	<b>35.3</b>	<b>35.3</b>	<b>35.3</b>	<b>35.3</b>
<b>GASTOS FINANCIEROS ( 4 )</b>											
<b>COSTOS TOTALES PRODUCCION</b>	<b>885.3</b>	<b>80.6</b>	<b>80.6</b>	<b>100.9</b>	<b>82.8</b>	<b>82.9</b>	<b>102.9</b>	<b>83.0</b>	<b>83.1</b>	<b>105.0</b>	<b>83.4</b>

**Análisis de liquidez para la planificación financiera**

En el análisis de liquidez se determinaron las principales fuentes de entradas de efectivos del proyecto y las salidas de efectivos, y se

estimó que si se cumple satisfacer la demanda planificada para los primeros 10 años de la fase de explotación de la inversión, el saldo acumulado sería de 2282,0 miles de pesos. (Ver tabla 8).

**Tabla 8. Flujo de caja corriente de liquidez para la planificación financiera**

		Constr											
		TOTAL	Año -1	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
<b>MONEDA TOTAL</b>	<b>TOTAL</b>	<b>4245.5</b>	<b>571.8</b>	<b>170.2</b>	<b>195.7</b>	<b>225.0</b>	<b>258.8</b>	<b>297.6</b>	<b>342.3</b>	<b>393.6</b>	<b>452.6</b>	<b>520.5</b>	<b>817.4</b>
<b>ENTRADAS DE EFECTIVOS (1)</b>													
Préstamos		571.8	0.0										
Ingresos por servicios de MEB			170.2	195.7	225.0	258.8	297.6	342.3	393.6	452.6	520.5	598.6	
Valor Residual activos fijos													218.8
<b>SALIDAS DE EFECTIVO (2)</b>	<b>TOTAL</b>	<b>1963.5</b>	<b>571.8</b>	<b>75.6</b>	<b>84.1</b>	<b>107.4</b>	<b>106.5</b>	<b>119.5</b>	<b>147.7</b>	<b>151.5</b>	<b>171.2</b>	<b>208.4</b>	<b>219.9</b>
Inversión Fija		546.1											
Gastos Previos		25.7											
Costos de Operación			45.3	45.4	65.6	47.5	47.6	67.6	47.7	47.8	69.7	48.1	
Impuestos			29.8	38.2	41.3	58.5	71.4	79.6	103.3	122.9	138.2	171.3	
Costo financiero				0.0	0.0	0.0							
Reembolso del Préstamo													
Fondo de Estimulación			0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
<b>SALDO ANUAL (1-2)</b>	<b>TOTAL</b>	<b>2282.0</b>	<b>0.0</b>	<b>94.6</b>	<b>111.6</b>	<b>117.6</b>	<b>152.3</b>	<b>178.1</b>	<b>194.6</b>	<b>242.1</b>	<b>281.4</b>	<b>312.1</b>	<b>597.5</b>
<b>SALDO ACUMULADO</b>			<b>0.0</b>	<b>94.6</b>	<b>206.2</b>	<b>323.8</b>	<b>476.1</b>	<b>654.2</b>	<b>848.8</b>	<b>1090.9</b>	<b>1372.3</b>	<b>1684.5</b>	<b>2282.0</b>

**Análisis de factibilidad del proyecto**

**Tabla 9. Valoración económica**

		Constr										
		Año -0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
<b>MONEDA TOTAL</b>	<b>TOTAL</b>											
<b>ENTRADAS DE EFECTIVOS (1)</b>	<b>3673.7</b>		<b>170.2</b>	<b>195.7</b>	<b>225.0</b>	<b>258.8</b>	<b>297.6</b>	<b>342.3</b>	<b>393.6</b>	<b>452.6</b>	<b>520.5</b>	<b>817.4</b>
Ingresos por Ventas de servicios			170.2	195.7	225.0	258.8	297.6	342.3	393.6	452.6	520.5	598.6
Valor Residual activos fijos												218.8
<b>SALIDAS DE EFECTIVO (2)</b>	<b>1391.7</b>		<b>75.6</b>	<b>84.1</b>	<b>107.4</b>	<b>106.5</b>	<b>119.5</b>	<b>147.7</b>	<b>151.5</b>	<b>171.2</b>	<b>208.4</b>	<b>219.9</b>
Inversión Activos Fijos	546.1											
Inversión Gastos Previos	25.72											
Costo financiero	<b>0.0</b>			0.0	0.0	0.0	0.0					
Costos de Operación			45.3	45.4	65.6	47.5	47.6	67.6	47.7	47.8	69.7	48.1
Impuestos			29.8	38.2	41.3	58.5	71.4	79.6	103.3	122.9	138.2	171.3
Fondo estimulación 3.0%			0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
<b>SALDO ANUAL (1-2)</b>	<b>2282.0</b>	<b>-546.1</b>	<b>94.6</b>	<b>111.6</b>	<b>117.6</b>	<b>152.3</b>	<b>178.1</b>	<b>194.6</b>	<b>242.1</b>	<b>281.4</b>	<b>312.1</b>	<b>597.5</b>
<b>SALDO ACUMULADO</b>		<b>-546.1</b>	<b>-451.5</b>	<b>-339.9</b>	<b>-222.3</b>	<b>-70.0</b>	<b>108.2</b>	<b>302.7</b>	<b>544.8</b>	<b>826.3</b>	<b>1138.4</b>	<b>1735.9</b>

<b>VAN (MMT)</b>	<b>478.2</b>
<b>TIR (%)</b>	<b>26.5</b>
<b>PERIODO RECUPERACIÓN (AÑOS)</b>	<b>4.4</b>

Del análisis económico antes realizado se estima que el proyecto de inversión es rentable, donde los ingresos generados por los servicios de microscopia electrónica superan los gastos generados durante los 10 primeros

años de explotación, y se obtiene un Valor Actual Neto (VAN) de 478,2 miles de pesos, con una tasa de descuento del 12% y una Tasa Interna de Retorno (TIR) del 26,6%. Normalmente para aprobar un proyecto

de inversión se considera que la TIR sea el doble o más de la tasa de interés del préstamo en caso que exista. En este caso no se refleja tasa de interés, ya que el financiamiento fue cedido por la sociedad de Geología, lo que demuestra el grado de rentabilidad que presenta la inversión. El tiempo de recuperación del proyecto está estimado por 4,4 años.

## CONCLUSIONES

1. El Valor Actual Neto del proyecto de inversión está evaluado por 478,2 miles de pesos durante los 10 primeros años de explotación del equipo.
2. La Tasa Interna de Retorno del proyecto de inversión está valorado por un 26,5% de recuperación.
3. Se realizó la valoración económica de acuerdo a los parámetros evaluados y se determinó que el proyecto de inversión correspondiente a la compra y montaje de MEB era factible técnica y económicamente.

## BIBLIOGRAFÍA

- Balcázar M, Tavera L, Mendoza D, Mut A, editors. 2003. Fabricación de Nano poros con Iones Pesados en Plásticos para la Industria Petrolera. Memorias en CD del XIV Congreso Anual de la Sociedad Nuclear Mexicana.
- Choque Fernández OJ; Lima da Costa M; Pöllmann H; Gomes Brandao P. Cuantificación mineral de menas complejas por análisis digital de imágenes de microscopía Electrónica de Barrido. Revista Metalúrgica UTO.25.
- Costafreda Mustelier JL; Leyva Rodríguez C, Parra y Alfaro JL, Ndong Bacale M. 2012. Los Yacimientos de Arcillas de la Isla de Bioko. Caracterización y Aplicaciones Tecnológicas.
- Durán Suárez JA; Montoya Herrera J; Silva A; Peralbo Cano R; Castro-Gomes J. 2014. Validación de nuevos materiales cerámicos a partir de rocas de desecho de minería. Propiedades mecánicas.
- Faraldos M; Goberna C. 2002. Técnicas de análisis y caracterización de materiales: Consejo Superior de Investigaciones Científicas.
- Fernández OJC, da Costa ML; Pöllmann H; Brandao PG; Cuantificación mineral de menas complejas por análisis digital de imágenes de microscopía electrónica de barrido.
- Gómez S; de Lozano E; Tsutsumi\_Fujiyoshi V.2014. La microscopía electrónica en México. Encuesta general. Salud Pública de México, 15(2):255-62.
- GUTIÉRREZ JC; SEVILLA LML; GRAJALES DHM; TORO AA. 2004. Evaluación de la resistencia al desgaste abrasivo en recubrimientos duros para aplicaciones en la industria minera. Scientia Et Technica. 2(25).
- Lara Rodríguez PY; Mena Montoya M; Bernal C; Yaneth S; Garza Navarro MA; Hinojosa Rivera M, et al.2005. Síntesis y caracterización de nanocompuestos magnéticos. Ingenierías, 8(29):47-51.
- López J, Espinoza-Beltrán F, Zambrano G, Gómez M, Prieto P. 2012. Caracterización de nanopartículas magnéticas de CoFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub> y CoZnFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub> preparadas por el método de coprecipitación química. Revista mexicana de física. 58(4):293-300.
- Melgarejo JC; Proenza JA; Galí S; Llovet X. 2012. Técnicas de caracterización mineral y su aplicación en exploración y explotación minera. Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana. 62(1):1-23.
- Mendoza-Anaya D; Salas P; Ángeles-Chávez C; Pérez-Hernández R; Castaño V. 2004. Caracterización microestructural y morfología de TiO<sub>2</sub> para aplicaciones termoluminiscentes. Revista mexicana de física. 50(SUPLEMENTO 1):12-6.
- Mesa GDH; Toro A; Gutiérrez JC; León SLM. Evaluación de la resistencia al desgaste abrasivo en recubrimientos duros para aplicaciones en la industria minera.
- Morillo D; Uheida A; Pérez G, Muhammed M; Valiente M.2015. Arsenate removal with 3-mercaptopropanoic acid-coated superparamagnetic iron oxide nanoparticles. Journal of colloid and interface science. 438:227-34.
- Nin GV. 2000. Introducción a la microscopía electrónica aplicada a las ciencias biológicas: UNAM.
- Olivera A; Barreiro MF; Lopretti M; 2012. Microesferas de quitosano como potenciales transportadores de ácidos nucleicos y otros bioactivos. RevIberoamPolím. 13(5):238.
- Pinto-Castilla S; Castro G; Betancourt P; Brito JL. 2013. Síntesis y caracterización de carburos de vanadio, molibdeno y níquel a partir de gas licuado de petróleo como fuente de carbono. Revista de la Facultad de Ingeniería Universidad Central de Venezuela. 28 (3):109-17.

Pirard E, editor. 2004. Análisis Mineralógico Cuantitativo. XVI Congreso Geológico Boliviano, Colegio de geólogos de Bolivia.

Suárez JAD; Herrera JM; Cano RP; de Castro Gomes-castro JP; Muñoz HJ. Quality of new ceramic materials obtained with tungsten mining waste: neo minerals formed mullite and hematite. Calidad de nuevos materiales cerámicos obtenidos con residuos de minería de tungsteno: minerales neoformados de Mullita y Hematita.