



**República de Cuba  
Ministerio de Educación Superior  
Universidad de Moa  
Dr. Antonio Núñez Jiménez  
Facultad de Ciencias Económicas  
Departamento de Marxismo e Historia**

**Tesis presentada en opción al título de Máster  
en  
Desarrollo Sustentable en la actividad minero - metalúrgica**

Título: Indicadores económicos para evaluar el desempeño sostenible de las Canteras materiales de construcción de Cuba.

Lic. Dailén González Martín

**Moa /2022**



**República de Cuba**  
**Ministerio de Educación Superior**  
**Universidad de Moa**  
**Dr. Antonio Núñez Jiménez**  
**Facultad de Ciencias Económicas**  
**Departamento de Marxismo e Historia**

**Tesis presentada en opción al título de Máster**  
**en**  
**Desarrollo Sustentable en la actividad minero - metalúrgica**

Título: Indicadores económicos para evaluar el desempeño sostenible de las Canteras materiales de construcción de Cuba.

Autora): Lic. Dailén González Martín

Tutores: Dr. C. Mayda Ulloa Carcassés

Ms.C Marcos Miguel Medina Arce

**Moa /2022**



**República de Cuba**  
**Ministerio de Educación Superior**  
**Universidad de Moa**  
**Dr. Antonio Núñez Jiménez**  
**Facultad de Ciencias Económicas**  
**Departamento de Marxismo e Historia**

### **DECLARACIÓN DE AUTORÍA**

Declaro que soy la única autora de la tesis titulada: Indicadores económicos para evaluar el desempeño sostenible de las Canteras materiales de construcción de Cuba y autorizo a la Universidad de Moa “Dr. Antonio Núñez Jiménez” a hacer uso de la misma en aras del desarrollo de los procesos educativos y de otras investigaciones que se implementen en la carrera Ingeniería de Minas y Licenciatura en Contabilidad y Finanzas.

Para que así conste, firmo la presente a los \_\_\_\_ días del mes de enero del año 2022.

Lic. Dailén González Martín

\_\_\_\_\_  
Firma del autor

Dr C. Mayda Ulloa Carcassés

\_\_\_\_\_  
Firma del autor

MsC. Marcos Miguel Medina Arce

\_\_\_\_\_  
Firma del autor

## **RESUMEN**

El objetivo de esta investigación consistió en evaluar el desempeño de las variables e indicadores económicos en la Empresa extractiva Materiales de la Construcción. La investigación se desarrolló a través de 6 etapas metodológicas que posibilitaron la actividad económica de una cantera en específico, a través de la identificación y selección para la evaluación del desempeño de la Industria a través del método Delphi y para su evaluación general a través del método Multicriterio. Con los resultados arrojados se evidenció que la variable con más nivel de importancia por criterios de expertos, fue la de Voladura y Perforación alcanzando el mayor porcentaje de ponderación y puntaje. La implementación de los métodos permitió validar la aplicabilidad, importancia y efectividad de la empresa, para la toma de decisiones sobre las acciones para lograr un desarrollo sostenible en la Industria de Materiales de la Construcción.

## **ABSTRACT**

The objective of this investigation consisted on evaluating the acting of the variables and economic indicators in the Material Industry of the Construction. The investigation was developed through several methodological stages that facilitated to evaluate the main variables and indicators of the economic activity of a quarry in specific, through the identification, selection of the variables and economic indicators for the evaluation of the acting of the Industry through the method Delphi and it stops its general evaluation through the method Multicriterio. With the heady results it was evidenced that the variable with more level of importance for experts' approaches, was that of Explosion and Perforation reaching the biggest weighing percentage and score on the part of the experts. The evaluation of these variables and indicators allowed recognizing the existence of sustainability indexes in the Material Industry of the Construction that somehow the mining activity is recognized with high sustainability index. The implementation of the methods allowed validating the applicability, importance.

# ÍNDICE

INTRODUCCIÓN.....	6
CAPÍTULO I MARCO TEORICO REFERENCIAL.....	11
1.1    Introducción.....	11
1.2    Conceptos generales de sostenibilidad e indicadores económicos.....	11
1.3    ¿Qué es un indicador?.....	12
1.3.1 Sistema de Indicadores Económicos del sector empresarial.....	13
1.3.2 Indicadores para el Análisis Económico-Financiero.....	20
1.4    Importancia de los indicadores económicos.....	20
1.5    Estado actual de la minería a nivel internacional.....	21
1.6    Antecedentes de la temática en Cuba.....	25
CAPITULO II ETAPAS METODOLÓGICAS PARA LA DETERMINACIÓN DE LOS INDICADORES ECONÓMICOS PARA EVALUAR EL DESEMPEÑO DE LAS CANTERAS MATERIALES DE LA CONSTRUCCIÓN DE CUBA.....	28
2.1    Introducción.....	28
2.2    Metodología para determinar los indicadores económicos para evaluar el desempeño de las Canteras de materiales de la construcción.....	29
Etapa I Identificación de los indicadores económicos (listado preliminar) para la evaluación del desempeño de canteras.....	29
Determinación de los indicadores económicos aplicables en las canteras de materiales de construcción a través de método Delphi.....	29
2.3    Método Multicriterio. Proceso de jerarquía analítica (AHP).....	33
2.3.1 Etapas metodológicas del método Multicriterio.....	35
2.3.1.1 Definir los criterios (cj) que conforman el índice.....	36
2.3.1.2 Definir la importancia (pj) que tiene cada criterio en el índice.....	36
2.3.1.3 Definir y ponderar cada una de las variables que integran cada criterio.....	38
2.3.1.4 Operacionalizar las variables a través de indicadores.....	39
2.3.2    Priorizar proyectos con puntajes mínimos.....	42
CAPITULO III DETERMINACIÓN DEL SISTEMA DE INDICADORES ECONÓMICOS PARA LA EVALUACION DEL DESEMPEÑO SOSTENIBLE DE LAS CANTERAS MATERIALES DE LA CONSTRUCCIÓN DE CUBA.....	35
Introducción.....	43
3.1    Características de la Empresa extractiva de Materiales de la Construcción.....	43
3.2    Características de las Canteras.....	44
3.3.1 Identificación de los indicadores económicos para la evaluación del desempeño de canteras.....	48

3.3.2 Selección los indicadores económicos aplicables en las canteras de materiales de construcción a través de criterio de expertos.....	50
3.3.3 Realización de las rondas para obtener el consenso de los expertos.....	52
3.3.4 Evaluación de los indicadores a través del Método Multicriterio.....	56
3.3.5 Criterios (cj) que conforman el índice.....	57
3.3.6 Importancia que tiene cada criterio en el índice. (Método Multicriterio).....	57
3.3.7 Definición y ponderación de cada una de las variables que integran cada criterio...59	
3.3.8 Caracterización de los indicadores económicos para la evaluación del desempeño de canteras de materiales de construcción .....	59
3.3.9 Operacionalización de las variables a través de indicadores .....	65
Conclusiones del capítulo.....	68
CONCLUSIONES .....	69
RECOMENDACIONES .....	69
BIBLIOGRAFÍA.....	71
ANEXOS .....	1

## INTRODUCCIÓN

El concepto de desarrollo sostenible, término aplicado al desarrollo económico y social, tiene su origen en el Informe Brundtland de la ONU de 1987 y es aquel que permite hacer frente a las necesidades del presente sin poner en peligro la capacidad de las futuras generaciones para satisfacer sus propias necesidades (Monte-ro Peña y Salazar Pérez, 2014).

Dentro de esta propuesta se formula el concepto de desarrollo sostenible en su propósito de asegurar a las futuras generaciones la misma capacidad de disponer y disfrutar de los recursos naturales que tiene la población humana actual, sin deteriorar la base físico-natural y social, considerada clave para el desarrollo. El concepto alcanzó una rápida popularidad después de ser adoptado como filosofía mundial de trabajo en la Primera Cumbre de la Tierra, celebrada en Río de Janeiro en 1992.

Numerosas son las experiencias internacionales de elaborar informes, análisis, indicadores y procedimientos con el propósito de evaluar la sostenibilidad de un país, región o territorio, una actividad o incluso una tecnología o proceso productivo concreto y se conjuga cuando se logra que la actividad económica impacte menos al medio ambiente, no se usen todos los recursos de una sola vez y brinde aportes sociales para la futura generación.

En Cuba, la Ley 81 de Medio Ambiente de 1997, en su Artículo 8, define: desarrollo sostenible como “proceso de elevación sostenida y equitativa de la calidad de vida de las personas, mediante el cual se procura el crecimiento económico y el mejoramiento social, en una combinación armónica con la protección del medio ambiente, de modo que se satisfagan las necesidades de las actuales generaciones, sin poner en riesgo las de las futuras generaciones” (Gaceta Oficial, N°7, 1997).

Para el desarrollo de esta investigación se considera adecuado utilizar el término “desarrollo sostenible”, teniendo en cuenta que este se refiere a la protección del

medio ambiente en relación con la satisfacción de las necesidades económicas, sociales y culturales, según se recoge en la Ley de Medio Ambiente cubana.

Desarrollar una minería sostenible que garantice las necesidades actuales de la sociedad, sin poner en riesgo las de las futuras generaciones y, al mismo tiempo, proteger el medio ambiente, constituye el gran desafío del sector minero y de los gobiernos (Montero & Otaño, 2012). Para ello, entre otras medidas, se necesita el uso de tecnologías de avanzada que afecten menos al medio ambiente y que garanticen la explotación racional de los recursos, la definición temprana del uso futuro de los suelos, la previsión del posible redimensionamiento de la actividad económica al cierre de las operaciones mineras, la adquisición de una adecuada cultura tecnológica, la aplicación de las legislaciones ambientales existentes, así como, la implicación de los diferentes actores sociales en la toma de decisiones y en los procesos de capacitación relacionados con la explotación de los recursos.

Estas medidas sustentan el criterio de Richards, (2002), quien expresa que la sostenibilidad de la industria minera descansa sobre bases económicas, ambientales y sociales. Cada uno de estos aspectos debe ser considerado por separado, aunque una solución sustentable requiera la integración de los tres aspectos. Evidentemente, con esta integración, se garantiza el perfeccionamiento de las potencialidades del contexto minero y la reducción de los perjuicios que provoca la explotación de sus recursos.

En cuanto al desarrollo de una minería sostenible, Cuba ha mostrado preocupación e interés en su puesta en práctica, aunque los resultados aún no son los esperados. Esencialmente, se ha profundizado en la dimensión ambiental que plantea el concepto. En relación con ello, se han dado pasos importantes hacia la protección ambiental a partir de la aprobación de leyes y tres decretos que regulan la política minera y el proceso de rehabilitación de los llamados pasivos ambientales (Montero Matos, et. al 2017).

Evidentemente resulta muy sencillo determinar cuándo una actividad no es sostenible, para lo cual basta con saber cuáles son los impactos negativos que ocasionan sobre el medio ambiente, sin embargo, lo verdaderamente difícil es poder pre-

cisar cuándo se ha alcanzado la sostenibilidad. No cabe la menor duda de que esta es una tarea científica de gran envergadura y si la cuestión gira alrededor de los minerales, se puede plantear que esto es aún más complejo.

En los últimos años estos instrumentos han adquirido relevancia, justamente porque brindan la imagen sintética del conflicto entre la minería y el ambiente, facilitando la formación de opinión a la hora de tomar decisiones al organizar, proyectar, extraer y rehabilitar los terrenos de extracción del mineral útil.

Esta investigación responde a las prioridades instituidas en la Estrategia Ambiental Nacional, que establece como un problema del desarrollo sostenible de la sociedad cubana, la conservación y utilización racional de los recursos naturales, donde la ciencia, la tecnología y la innovación deben desempeñar un papel significativo en su esclarecimiento, solución, y aplicación.

En el contexto actual de Cuba la investigación se justifica y se identifica con los Lineamientos de la Política Económica y Social del Partido y la Revolución del periodo 2021-2026 aprobados en el 8vo Congreso del Partido Comunista de Cuba (PCC) en la conceptualización del modelo económico y social cubano de desarrollo socialista en junio del 2021, el Lineamiento 136 plantea: “Desarrollar y modernizar la Industria Minera mediante la creación, recuperación y ampliación de las capacidades productivas, garantizando la sostenibilidad de las reservas de los principales recursos minerales, el desarrollo de productos con un mayor valor agregado e incremento de las exportaciones, a partir de los recursos minerales estudiados de oro, cromo, sal, carbonato de calcio, zeolitas, cobre, plata, plomo, zinc, de materiales de construcción, entre otros”.

La extracción de materiales de la construcción se ha convertido en una importante actividad minera debido a los volúmenes que se extraen cada año en las canteras en explotación que se laborean atendiendo a las investigaciones elaboradas al efecto.

La demanda de materiales para la construcción ha tenido un fuerte incremento en los últimos años, debido a la expansión de actividades como la construcción para el turismo, obras sociales de todo tipo, la necesidad de la reconstrucción del fondo

habitacional y la construcción de nuevas viviendas. Esta situación, al mismo tiempo contribuye al aumento de los niveles de contaminación que genera la ejecución de explotaciones mineras.

En la actualidad se realizan inversiones para incrementar el volumen y la calidad del material extraído en las canteras, sin embargo, en la mayoría de los casos no se alcanzan los resultados esperados.

El desempeño de las canteras de materiales de construcción se evalúa a nivel internacional a través de diagnósticos y auditorías tecnológicas que recogen de forma integral los aspectos más importantes del proceso y su accionar para alcanzar la sostenibilidad de su producción.

En Cuba se han realizado estudios particulares en las empresas de materiales de construcción de aspectos relacionadas con el medio ambiente, la economía y la producción y a partir del 2015 la universidad de Moa desarrolla una investigación denominada Diagnóstico Integral de Canteras que evalúa el desempeño de estas, desde el punto de vista técnico, ambiental, de seguridad y de comportamiento socio – económico.

El estudio se realizó empleando una metodología elaborada por Martínez Segura en el 2009 en la Universidad de Murcia en España.

La aplicación de esta metodología demostró la necesidad de obtener una metodología que se corresponda con la realidad de la industria de materiales del país y el modelo económico cubano y establecer las variables e indicadores que la integren, lo cual constituye la **situación problemática** de esta investigación.

Sobre esta base surge la necesidad de elaborar el sistema de indicadores económicos para evaluar el desempeño de la empresa de materiales de la construcción, lo cual constituye el **problema científico** a resolver en esta investigación.

El **objeto de estudio** es la evaluación integral de canteras de materiales de la construcción; y el **objetivo general** consiste en determinar sistema de indicadores económicos para la evaluación del desempeño sostenible de canteras de materiales de construcción de Cuba a través de criterio de expertos.

Este objetivo determina como **campo de acción:** indicadores económicos de sostenibilidad de las canteras de materiales de la construcción.

Ante esta situación se plantea como **hipótesis científica:** si se analiza los indicadores actuales de desempeño de las canteras de materiales de construcción, se aplica criterio de expertos para la selección preliminar de los indicadores económicos y el análisis Multicriterio AHP para evaluarlos y se aplican éstos a un caso de estudio, se podrá determinar el sistema de indicadores económicos para la evaluación del desempeño sostenible de canteras de materiales de construcción de Cuba

**Los Objetivos Específicos:**

1. Analizar los indicadores actuales de desempeño de las canteras de materiales de construcción en Cuba.
2. Aplicar criterio de expertos para la selección preliminar de los indicadores económicos de sostenibilidad de las canteras de materiales de construcción en Cuba.
3. Aplicar el análisis Multicriterio AHP para evaluar de los indicadores económicos de desempeño de las canteras.
4. Aplicar los indicadores a un caso de estudio.

# **CAPÍTULO I MARCO TEÓRICO REFERENCIAL**

## **1.1 Introducción**

El objetivo del presente capítulo es ofrecer una visión general sobre los antecedentes y estado actual de la temática. A partir del conocimiento de los antecedentes ha sido seleccionada y analizada la información más importante, para establecer y aplicar una metodología que permita determinar los indicadores económicos para evaluar la sostenibilidad de las canteras materiales de la construcción.

## **1.2 Conceptos generales de sostenibilidad e indicadores económicos.**

A partir del informe Brundtland, el mundo ha considerado el concepto de desarrollo sostenible como un proceso tridimensional que afecta al sistema económico, ecológico y social pasando a ser una variable a tener en cuenta en las decisiones de política económica. Sin embargo, en los últimos años, una de las cuestiones más preocupantes ha sido el conocer si realmente se siguen pautas de sustentabilidad, es decir, si se tienen indicadores que alerten sobre la evolución positiva o negativa de este proceso. Aunque, la ambigüedad del propio concepto dificulta esta tarea, se han ido elaborando algunos indicadores que muestran aspectos de las tres dimensiones mencionadas anteriormente, el desarrollo sostenible sigue constituyendo una de las actividades claves de cara al próximo siglo y el desarrollo de indicadores de sustentabilidad desde un enfoque integrado, que abarquen las dimensiones necesarias para resolver el problema del desarrollo sostenible.

En el año 1995, la Comisión de Naciones Unidas sobre Desarrollo Sostenible, creó un programa de trabajo que tenía como objetivo la elaboración de indicadores de desarrollo sostenible. Este trabajo dio lugar a la publicación, en 1996, del “Libro Azul” en el que se presentaba, en cuatro niveles económico, social, ambiental e institucional, un marco metodológico, la definición y el significado de un conjunto de indicadores considerados de desarrollo sostenible. La presentación de los mismos sigue el esquema, anteriormente comentado, elaborado por la Organización de Cooperación para el Desarrollo Económico (OCDE) y conocido como “modelo ESTADO-PRESION-IMPACTO-RESPUESTA (EPIR)” y, el objetivo

era la de presentar una información de base que permita homogeneizar esta información.

Teniendo en cuenta que en la dimensión económica y en los sistemas de medición, es preciso recordar que, tradicionalmente, los sistemas de cuentas nacionales han obviado el medio ambiente lo que ha llevado a los decisores de política económica a ignorar y destruir el medio ambiente en nombre del desarrollo económico (Repetto *et al.*, 1989, p. 3). Resumidamente las críticas ecológicas a la contabilidad nacional giran en torno a tres grandes cuestiones:

- a) sólo se recoge parcialmente la riqueza ya que no se tiene en cuenta ni el agotamiento ni la degradación del medio natural como consecuencia de las actividades económicas;
- b) los indicadores económicos derivados de estas cuentas se han empleado, erróneamente, como indicadores de bienestar de tal manera que aumentos de la renta se asociaban con un mejor nivel de vida obviando otro tipo de cuestiones como la calidad del medio natural;
- c) los gastos en los que se incurre como consecuencia del daño ambiental se consideran parte de la producción cuando deberían ser descontados al ser gastos defensivos.
- d) Por tanto, si se considera que una de las funciones de la contabilidad es la de ser un instrumento para la toma de decisiones de política económica, entonces cabe decir que la información que suministran no es real. Es decir, los indicadores económicos tales como el Producto Interno Bruto (PIB) o nacional (PNB) así como todas sus derivaciones no pueden considerarse indicadores fiables y, ni mucho menos, indicadores de bienestar. Todo ello implica modificar o elaborar nuevos instrumentos con tal fin (Hamilton, 1994, p. 363), o lo que es lo mismo, es necesario analizar si se siguen pautas de sostenibilidad.

### **1.3 Definición de indicador económico**

Los indicadores económicos son mediciones situacionales de variables de la economía que sirven para entender e interpretar el momento, hacer seguimiento a

objetivos previamente fijados, analizar la situación, y pronosticar comportamientos hacia el futuro. (Mata, 1996).

Otro concepto explica que los indicadores económicos son la expresión cualitativa o cuantitativa observable, que permite describir características, comportamientos o fenómenos de la realidad a través de la evolución de una variable o el establecimiento de una relación entre variables, la que comparada con períodos anteriores, productos similares o una meta o compromiso, permite evaluar el desempeño y su evolución en el tiempo (Departamento Administrativo Nacional de Estadística, 2005).

Esta última definición es la que más se adecua para esta investigación debido a que establece la relación existente entre variables e indicadores económicos que es lo que sustenta esta investigación.

### **1.3.1 Sistema de Indicadores Económicos del sector empresarial.**

El sistema de indicadores económicos que se emplee debe de estar constituido de forma tal que se estimule el interés de los colectivos por aumentar la producción de elevada calidad y por elevar incesantemente la eficiencia de la actividad económica de la empresa en Cuba, se dividen en dos grupos: indicadores cuantitativos y cualitativos: (Portuondo,1990)

Los indicadores cuantitativos son los que se refieren directamente a medidas en números o cantidades. Estos se clasifican en:

- **Producción física:** es la producción expresada en unidades físicas de bienes y servicios, tanto con destino a clientes, como con destino al insumo de la propia empresa, excluyendo los productos en proceso. Este indicador permite conocer de forma muy tangible hasta qué punto la empresa satisfará las necesidades sociales cuya atención se le asigna.
- **Producción exportable:** representa la parte de la producción física que se destina a la exportación. Identifica la medida en que la empresa cumple con las directivas vigentes, sobre el desarrollo de las ramas que generan expor-

taciones y estimula producciones en las plantas existentes con destino a la exportación.

- Producción mercantil: representa el valor de los productos y servicios producido durante el período planificado y destinados a la venta, a la inversión propia o a las actividades no industriales de la empresa. Se incluyen en ella, por tanto:
  - ✓ los bienes terminados y semielaborados destinados a la venta;
  - ✓ los servicios de carácter industrial presentados a otras entidades;
  - ✓ las reparaciones capitalizables de maquinarias y equipos;
  - ✓ los bienes producidos y los servicios de carácter industrial destinados a la inversión propia de la empresa;
  - ✓ los productos y servicios de carácter industrial destinados a las actividades no industriales de la empresa.

Se excluyen de la producción mercantil expresamente:

- ✓ las reparaciones menores y el mantenimiento de equipos menores;
  - ✓ las reparaciones generales y corrientes de edificios, la construcción, el montaje, que correspondan al plan de construcciones, independientemente de que se realicen por el personal de la empresa.
- Producción bruta de la empresa: está integrada por la producción mercantil y la variación del inventario de productos en proceso. Se entiende por variación del inventario de productos en proceso la diferencia de los valores de dichos productos, calculados a su costo de producción, entre el inicio y el final del período para el cual se calcula, sumándose (a la producción mercantil del período) los aumentos y restándose las disminuciones. La producción bruta permite caracterizar el nivel y los ritmos de crecimiento del volumen de la producción; se utiliza comúnmente para calcular la productividad del trabajo, el número de trabajadores y el fondo de salario.
  - Producción realizada: representa la expresión en valor de los bienes intermedios o semielaborados y de los trabajos y servicios de carácter industrial con destino de venta, a la inversión propia de la empresa o al suministro de actividades no industriales, que son cobrados a los clientes durante el pe-

río planificado, independientemente de que hayan sido entregados o no durante dicho período. Comprende, por tanto:

- ✓ el valor de la producción mercantil;
- ✓ más (menos) la variación del inventario de productos terminados;
- ✓ más los cobros en el período planificado de mercancías despachadas en períodos anteriores
- ✓ menos el valor de la producción despachada, pero no cobrada, durante el período en cuestión.

Cabe destacar que para los cálculos de los indicadores cuantitativos que se expresan en valor (producción mercantil, producción bruta, producción realizada) incluyendo a la producción neta se utiliza el precio de empresa de las unidades físicas que toman en cuenta, excepto los productos en proceso que (interviniendo en la producción bruta) como se ha expresado, se valora a su costo de producción.

Los indicadores Cualitativos son los que se refieren a cualidades. Se trata de aspectos que no son cuantificados directamente (caracterizan la eficiencia de la producción) se trata de opiniones, percepciones o juicio de parte de la gente sobre algo. Se clasifica en indicadores generales y se dividen en:

❖ Indicadores diferenciados e indicadores específicos

- ✓ Costo por peso de producción bruta
- ✓ Rentabilidad

Los indicadores diferenciados se dividen en:

- ✓ Indicadores de la utilización de los recursos productivos
  - Productividad del trabajo
  - Rendimiento de los fondos
- ✓ Indicadores de la utilización de los gastos productivos
  - Gastos de materiales por peso de producción
  - Gasto de salario por peso de producción

Los indicadores específicos

- Según se requieran en cada empresa

Los indicadores generales o sintéticos de la eficiencia económica de la producción reflejan de la forma más general y completa el resultado de las tareas para la evaluación de la eficiencia económica. Mediante estos indicadores se observa de manera sintética la eficiencia de la utilización de los recursos que intervienen en la producción.

El costo por peso de producción bruta (CP) caracteriza el volumen de los gastos de producción y se calcula como la relación entre costo (C) y el valor (P) de la producción bruta, expresándose ambas magnitudes en iguales unidades de medida, por ejemplo, pesos por año (\$/a). Las unidades del indicador resultante serían en tal caso, peso de costo (normalmente deben de ser fracciones de peso, pues el costo de lo producido debe ser inferior a su valor) por peso de producción.

Resulta de interés que el costo por peso de producción sea lo menor posible.

La ganancia de la producción mercantil (G) es también un indicador utilizado para la medición de los resultados de la actividad económica. La diferencia entre el valor de producción mercantil (Pm) y el costo de la producción mercantil (Cm), todo generalmente expresado en pesos por año (\$/a).

La ganancia de la producción de la producción mercantil refleja el papel de las relaciones monetarias mercantiles y del cálculo económico en el proceso de la reproducción ampliada. Siendo una categoría de la producción mercantil, expresa en forma monetaria el valor del producto adicional y es una parte importante del ingreso de la empresa, es fuente del estímulo económico en la empresa y fuente fundamental de los ingresos al presupuesto estatal.

La ganancia de la producción mercantil mide una cualidad de trabajo de la empresa: la empresa que produce con ganancia; es decir, cumple con un principio fundamental del cálculo económico, que es la base del Sistema de Dirección y Planificación de la Economía (SDPE) y de la actuación de la empresa. Pero la ganancia por tratarse de una cifra absoluta, no expresa en si misma los gastos en que se incurrió para alcanzarla. Por ello y para poder establecer comparaciones la ganancia se vincula con otros elementos para dar origen al indicador cualitativo sintético de la rentabilidad.

La rentabilidad (RN) sintetiza de forma más plena de la elevación de la eficiencia de la producción social, por lo que integra la influencia de las tareas para la reducción de los costos y la elevación de efectividad en la utilización de los fondos productivos (que son los factores materiales del proceso de producción y están constituidos por fondos básicos productivos y los medios de rotación normados).

Se calcula como la relación entre la ganancia de la producción mercantil (G) y el valor promedio anual de los fondos productivos (FP), constituido este último por el valor promedio anual de los fondos básicos productivos (FBP) y el valor promedio anual de los medios de rotación normados (MRN).

Si la ganancia se expresa en pesos por años y el valor promedio anual de los fondos productivos en pesos, la rentabilidad quedará expresada en una magnitud dada (X) generalmente inferior a la unidad) por año (X/a). Si la magnitud dada se multiplicara por 100, la rentabilidad quedará expresada en porcentaje por año (%/a). Debe resultar evidente que el interés debe ser que la rentabilidad resulte lo más elevada posible.

Dentro del grupo de los indicadores diferenciados los relacionados con la utilización de los recursos productivos expresan la eficiencia de la aplicación de dichos recursos al proceso de producción. Los recursos productivos participan con todo su volumen físico y material en la creación del producto. Por esta razón, estos indicadores se definen como la relación entre el volumen de la producción y el volumen físico-material de los recursos aplicados.

Pueden calcularse separadamente para la producción bruta y para la producción neta. La comparación entre ambos permite despejar la influencia como ya se ha expuesto antes del consumo material, los gastos por depreciación y otros gastos monetarios.

La productividad del trabajo (PT) caracteriza el grado de aprovechamiento de la fuerza de trabajo productiva. Se calcula como la relación entre el valor de la producción bruta (P) a precios constantes y el promedio de trabajadores en la actividad (L) tomando en consideración para ambos un período común. Si el periodo fue un año, su unidad de medida sería pesos por trabajador por año (\$/t-a).

Por las mismas razones apuntadas en cuanto a la importancia que va adquiriendo el indicador cuantitativo de la producción neta, también va cobrando interés el análisis de la productividad sobre la base de la producción neta por trabajador.

El indicador de rendimiento de los fondos (RF) caracteriza el grado de utilización de los fondos básicos productivos (entre los que incluyen las maquinarias, equipos, edificaciones donde se ubican estos). Constituye la relación entre el valor de producción bruta (P) expresada en pesos por año y el valor promedio anual, expresado en pesos, de los fondos básicos productivos (FBP) calculado según el valor inicial de los mismos, es decir sin descontar el desgaste.

Sus unidades serían pesos anuales (\$/a) de producción por peso de fondos básicos productivos. Toda vez que cada uno de estos dos indicadores PT y RF miden la correcta utilización de los recursos productivos de alta importancia (trabajadores productivos y fondos básicos productivos) el interés radicará al igual que en el caso de la rentabilidad en que sus valores sean los más elevados posibles.

Los indicadores diferenciados que miden la utilización de los gastos productivos, es decir, los indicadores de gastos materiales por peso de producción, establecen la relación entre esos gastos y el valor de la producción, debido a que los gastos productivos participan en el proceso de producción en la medida en que se incorporan al valor del producto. Tratándose de gastos será importante que siempre sean lo más reducidos posibles y, consecuentemente, será de interés que el valor resultante del cálculo de ambos indicadores sea cada vez más pequeño.

El indicador de gastos de materiales por peso de producción (MP) se calcula como la relación entre el consumo material productivo (M) - sin incluir la depreciación - normalmente expresado en pesos anuales (\$/a) y el volumen de la producción bruta (P), también expresado en pesos por año.

Este indicador mide cuánto dinero por concepto de consumo material productivo (materias primas, materiales, combustible, energía, etc.) se incorpora a cada peso de valor de la producción bruta. Debe comprenderse que esa cantidad de dinero debe ser lo menor posible y siempre menor de un peso. La planificación y el control de este indicador responden a una dirección fundamental de la elevación de la

eficiencia económica de la producción social, a saber, el ahorro de consumo material productivo.

El indicador de gasto de salario por peso de producción (SP) se calcula como la relación entre el fondo de salario (S) y el volumen de la producción bruta (P) ambos normalmente expresados en pesos anuales. Medirá, por tanto, cuánto dinero por concepto de salario se incorpora a cada peso de valor de la producción bruta, debiendo ser esa cifra lo menor posible y al igual que el caso anterior, menor que la unidad. De hecho, la suma de MP y SP habrá de ser inferior a la unidad, pues M y S forman parte del costo de producción y este es un elemento determinante en el indicador sintético CP el cual, para que exista rentabilidad, ha de ser inferior a la unidad.

Son indicadores específicos de la eficiencia de la producción, aquellos de particular aplicación a una empresa con el fin de caracterizar en mayor detalle su actividad productiva. En algunos casos puede ser de interés evaluar la utilización de determinadas áreas, de determinado equipo; en otras, el consumo de unidades físicas de un recurso material específico por cada unidad del producto elaborado. Los indicadores específicos se establecen y se utilizan de acuerdo con las peculiaridades del proceso productivo y de las necesidades para su mejor planificación y control.

En síntesis, puede expresarse que la actividad económica de la empresa está caracterizada por un sistema de indicadores de eficiencia económica, cuyo estudio constituye el contenido del análisis de la actividad económica productiva de la empresa.

La correcta elección del sistema de indicadores económicos tiene una gran importancia. Mediante los indicadores se elabora el plan técnico-económico, se controla su cumplimiento y se detectan reservas para la elevación de la eficiencia económica, aspecto este imprescindible para la construcción de la base teórico – material del socialismo.

Debe recordarse que el desarrollo económico de Cuba tiene como uno de sus fundamentos y objetivos "lograr la máxima eficiencia de la economía mediante el

uso más racional de los recursos productivos (materiales y humanos) y producir el máximo de resultados con el mínimo de gastos". (Abella, 2011).

### **1.3.2 Indicadores para el Análisis Económico-Financiero**

El Análisis Económico Financiero es la aplicación de un conjunto de técnicas utilizadas para diagnosticar la situación y perspectivas de la empresa con el fin de poder tomar decisiones adecuadas en el momento oportuno. Constituyen una forma de información sobre la marcha de la entidad, tanto a los clientes internos de la dirección como a los externos: bancos, acreedores y a organizaciones globales, así como para fines fiscales.

Los mismos constituyen un informe gerencial que dan fe de éxito o el fracaso y dan señales de aviso de las dificultades de una empresa. Se deben comprender los arreglos internos del sistema contable y el significado de las diferentes relaciones financieras para interpretar los datos de una empresa. Para lograr un óptimo análisis e interpretación de la situación financiera de una entidad se debe poseer la mayor información posible, es decir, no basta solamente con la obtención de los estados financieros principales, deben consultarse también los diferentes informes y documentos anexos a los mismos, debido a que los estados financieros son tan solo una herramienta que ayuda al usuario a evaluar, valorar, predecir o confirmar el rendimiento de un negocio, por lo que es necesario tener un mínimo de conocimientos de contabilidad que permita una clara comprensión de la información de los estados financieros de una empresa y un juicio analítico para su análisis y su interpretación.

Para obtener resultados satisfactorios en el análisis económico es necesario calcular los indicadores económicos. Estos brindan una información más amplia del estado pasado, presente de la empresa, como una proyección futura de la empresa.

### **1.4 Importancia de los indicadores económicos**

Los indicadores tienen una gran importancia en la industria de materiales de la construcción porque son una herramienta que permiten tomar decisiones, evaluar

y predecir la situación de una localidad, de acuerdo a las tendencias económicas y sociales, además:

1. Permite medir cambios en esa condición o situación a través del tiempo.
2. Facilitan mirar de cerca los resultados de iniciativas o acciones.
3. Son instrumentos muy importantes para evaluar y dar surgimiento al proceso de desarrollo.
4. Son instrumentos valiosos para orientar cómo se pueden alcanzar mejores resultados en proyectos de desarrollo.

En los últimos tiempos, se asiste a un desarrollo excesivo en el ámbito de los indicadores para la toma de decisiones, particularmente por parte de los países desarrollados y de algunas agencias internacionales, presentándose iniciativas que comprenden escalas diversas y enfoques metodológicos distintos. Algunos países están desarrollando indicadores de trabajo económico, mientras que más recientemente, otros trabajan desde el enfoque del desarrollo sostenible.

### **1.5 Estado actual de la minería a nivel internacional.**

Muchos países consideran que la minería es un motor clave del desarrollo económico. En este sentido, existe amplia evidencia de que aquellas naciones que adoptan leyes mineras modernas y ofrecen un entorno propicio pueden atraer la inversión del sector privado en actividades de exploración y operación minera. Esto, a su vez, contribuye a aumentar las recaudaciones tributarias, los ingresos por concepto de exportaciones, las oportunidades de empleo, el desarrollo de obras de infraestructura (en especial en zonas rurales) y la transferencia de tecnología a los países receptores. No obstante, si bien la extracción de recursos minerales proporciona a las economías en transición grandes oportunidades de desarrollo económico, existe el riesgo de que estas operaciones se conviertan en enclaves socioeconómicos y causen daño medioambiental. Por este motivo, es importante que los Gobiernos presten atención a los aspectos sociales y ambientales y se comprometan con el buen gobierno y la transparencia. Los países, las comunidades y las empresas enfrentan temas difíciles con respecto a las oportu-

nidades y los riesgos al momento de tomar medidas para garantizar un enfoque responsable sobre la explotación de los recursos minerales.

Entre los indicadores económicos que se emplean en la minería están los costos de producción, la rentabilidad, los impuestos a favor del Estado que se revierten en beneficio para toda la sociedad, la distribución de trabajos y salarios, el porcentaje de salarios, gastos de capacitación, los consumos de energía, agua y otros recursos, etc. (Villas Bôas, 2002 a).

Martínez (2009), elabora un sistema de evaluación del nivel tecnológico tomando como muestra 50 canteras teniendo en cuenta los aspectos técnicos, ambientales, de seguridad, económicos y sociales que las afectan. Para determinar el estado tecnológico del sector, el autor comparó los parámetros característicos de cada explotación con una cantera de referencia mediante la matriz de evaluación de canteras de áridos MECA como herramienta de “benchmarking”. Esta matriz consta de 200 variables con sus respectivos indicadores y a partir de los resultados de la misma el autor realiza un análisis DAFO, para determinar las debilidades, amenazas, fortaleza y oportunidades del sector.

La Organización de las Naciones Unidas (ONU) para la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible plantea en los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) que constituyen el plan de acción mundial en favor de la inclusión social, la sostenibilidad ambiental y el desarrollo económico. Se comparte la idea que la industria minera dispone de una oportunidad sin precedentes de movilizar recursos humanos, físicos, tecnológicos y financieros considerables para avanzar hacia el logro de los ODS. Dentro de estos objetivos se encuentran los siguientes: ONU (2015).

1. **Fin de la pobreza:** Poner fin a la pobreza en todas sus formas y en todo el mundo.
2. **Hambre cero:** Poner fin al hambre, lograr la seguridad alimentaria y la mejora de la nutrición y promover la agricultura sostenible.
3. **Salud y bienestar:** Garantizar una vida sana y promover el bienestar de todos en todas las edades.

4. **Educación de calidad:** garantizar una educación inclusiva y equitativa de calidad y promover oportunidades de aprendizaje permanente para todos.
5. **Igualdad de género:** lograr la igualdad de género y empoderar a todas las mujeres y las niñas.
6. **Agua limpia y saneamiento:** garantizar la disponibilidad y la gestión sostenible del agua y el saneamiento para todos.
7. **Energía asequible y no contaminante:** garantizar el acceso a una energía asequible, fiable, sostenible y moderna para todos.
8. **Trabajo decente y crecimiento económico:** promover el crecimiento económico sostenido, inclusivo y sostenible, el empleo pleno y productivo y el trabajo decente para todos.
9. **Industria, innovación e infraestructura:** construir infraestructuras resilientes, promover la industrialización inclusiva y sostenible y fomentar la innovación.
10. **Reducción de las desigualdades:** reducir la desigualdad en los países y entre ellos.
11. **Ciudades y comunidades sostenibles:** lograr que las ciudades y los asentamientos humanos sean inclusivos, seguros, resilientes y sostenibles.
12. **Producción y consumo responsables:** garantizar modalidades de consumo y producción sostenibles.
13. **Acción por el clima:** adoptar medidas urgentes para combatir el cambio climático y sus efectos.
14. **Vida submarina:** conservar y utilizar sosteniblemente los océanos, los mares y los recursos marinos para el desarrollo sostenible.
15. **Vida de ecosistemas terrestres:** proteger, restablecer y promover el uso sostenible de los ecosistemas terrestres, gestionar sosteniblemente los bosques, luchar contra la desertificación, detener y revertir la degradación de las tierras, y detener la pérdida de biodiversidad.
16. **Paz, justicia e instituciones sólidas:** promover sociedades pacíficas e inclusivas para el desarrollo sostenible, facilitar el acceso a la justicia para

todos y construir a todos los niveles instituciones eficaces e inclusivas que rindan cuentas.

**17. Alianzas para lograr los objetivos:** fortalecer los medios de ejecución y revitalizar la Alianza Mundial para el Desarrollo Sostenible.



**Gráfico.1 La minería y 17 ODS.**

Según Schwartz, M. (2012) los principales indicadores que se utilizan en la operación de la industria minera son:

- Indicadores de perforación.
- Indicadores de voladura.
- Indicadores de carguío
- Indicadores de transporte.
- Indicadores de bombeo.
- Indicadores de sostenimiento.
- Indicadores de molienda.
- Indicadores de concentración
- Indicadores de lixiviación.
- Indicadores de fundición.
- Indicadores de mantenimiento.
- Indicadores de gestión ambiental.
- Indicadores de relaciones comunitarias.
- Indicadores de negocio.

## **1.6 Antecedentes de la temática en Cuba**

En la actualidad algunos indicadores económicos en un momento dado y bajo circunstancias específicas se subordinan a indicadores sociales, como puede ser la rentabilidad que, aunque sea mínima por estar casi en el punto de equilibrio o en su influencia mínima en los parámetros macro- económicos representa un beneficio social para la comunidad.

En Cuba el sector de la minería y la metalurgia asume altas responsabilidades en el encadenamiento de las industrias, la sustitución de importaciones y en la inserción más visible de la economía.

La evaluación del impacto ambiental de la minería realizada por Romero (1999), refleja los principales problemas ambientales de la industria de materiales de la construcción en las provincias de Holguín y Santiago de Cuba. Por primera vez se mencionan los diferentes índices para lograr el desarrollo sostenible de la industria minera, desde el punto de vista de Romero este trabajo para la época que se hizo está adelantado, sin embargo, no caracteriza ni recoge todos los indicadores económicos.

Los trabajos desarrollados por Guardado (1997) hasta la actualidad, son de notable interés, ya que en ellos el autor expone un método para evaluar e inventariar los componentes ambientales más importantes para los estudios de ordenamiento territorial de las áreas urbanas y suburbanas de la ciudad de Moa. En el 2002 Vallejo y Guardado se centra solamente en los indicadores ambientales, donde se realizan una propuesta de indicadores ambientales sectoriales para el territorio de Moa, con criterios sostenibles.

Los trabajos de Rodríguez (1996), Montero, (2001) y Valdés, (2002), citado por (Guerrero, 2003) son de gran importancia ya que, analizan del concepto de desarrollo sostenible y su posible aplicación a las condiciones concretas del país, así como, reflejan el papel que deben jugar las instituciones legales nacionales en aras de alcanzar la explotación sostenible de los recursos no renovables, y la política a seguir para cumplir dicho propósito.

Aunque se ha avanzado en la incorporación de la dimensión ambiental en las políticas económicas internacionales y en la definición de indicadores, el alcance de los estudios hacia la minería aún es insuficiente y quedan brechas donde la responsabilidad empresarial se diluye en la relación medio ambiente y eficiencia económica. Existen distintos métodos de valoración de políticas ambientales relacionadas con las decisiones de emprender proyectos o inversiones, se pueden mencionar: el análisis Multicriterio, el análisis de decisión y el análisis costo beneficio. Otros métodos han surgido en acuerdos internacionales adoptados para establecer las obligaciones de las naciones y las empresas en la protección del medio ambiente. (Reynaldo, 2012)

El análisis costo beneficio ha sido reconocido por autores como un instrumento de ayuda para tomar decisiones públicas. Es utilizado en la definición de políticas o programas que salvaguarden los intereses ambientales de la sociedad y se considera la herramienta principal para la evaluación económica de proyectos públicos destinados al consumo de recursos naturales. El análisis costo-beneficio forma parte importante del análisis de impacto ambiental, su aplicación en los países en desarrollo aún es incipiente, pues no existe el respaldo de un marco legal debidamente constituido y enfocado a la conservación de los recursos naturales.

En la relación empresa-medio ambiente es necesario tener en cuenta el enfoque multidimensional ambiental, económico y social para lograr la gestión ambiental. La empresa como agente económico desempeña un papel protagónico en la búsqueda y aporte de soluciones económicas a los problemas ambientales. Para la empresa, el medio ambiente constituye, además del sustrato biofísico de la actividad económica, la fuente de obtención de beneficios. La calidad de la interacción empresa-medio ambiente demuestra los criterios de preservación ambiental en los procesos de decisión económica. entre las responsabilidades de la empresa además de maximizarse los beneficios, se deberán: disminuir o eliminar los residuos que son perjudiciales para el medio ambiente, minimizar los riesgos ambientales generados por su actividad, reducir el consumo de recursos naturales, priorizar la utilización de recursos renovables como materias primas y materiales, racionalizar el uso de los recursos no renovables y proyectar estrategias de conservación que

conlleven a la sustentabilidad, destinar recursos financieros que permitan (Reynaldo, 2012).

La minería se ha convertido en una actividad económica determinante en el desarrollo de la sociedad. Los minerales componen el 80% de los recursos naturales utilizados a escala mundial para la satisfacción de las necesidades humanas y constituyen la base de la materia prima para la industria metalúrgica y para la producción de buena parte de los bienes materiales que hoy se utilizan.

Debe recordarse que el desarrollo económico de Cuba tiene como uno de sus fundamentos y objetivos: “lograr la máxima eficiencia de la economía mediante el uso más racional de los recursos productivos (materiales y humanos) y producir el máximo de resultados con el mínimo de gastos”. (Abella, 2011).

En la Universidad de Moa se ha desarrollado investigaciones sobre indicadores económicos de la industria de materiales de construcción, entre ellos Mota, (2017), Abdala (2018), y González (2019). Los trabajos se centraron en el análisis de documentos económicos y consultas a economistas de las canteras de materiales de la construcción, la aplicación del Método Delphi que les permitió la identificación, selección y caracterización de los indicadores para la evaluación económica del desempeño de las canteras.

### **Conclusiones del capítulo**

En el capítulo se hace referencia a los antecedentes, conceptos generales de la sostenibilidad e indicadores económicos, así como su importancia y el estado actual de la minería a nivel mundial internacional, nacional y en el municipio, donde se hace un estudio de las diferentes referencias bibliográficas y mención a algunos autores involucrados en la temática.

# **CAPITULO II ETAPAS METODOLÓGICAS PARA LA DETERMINACIÓN DE LOS INDICADORES ECONÓMICOS PARA EVALUAR EL DESEMPEÑO DE LAS CANTERAS MATERIALES DE LA CONSTRUCCIÓN DE CUBA.**

## **2.1 Introducción**

Con la finalidad de contribuir con la solución del problema científico planteado en la investigación y sobre la base de las conclusiones parciales resultantes de la construcción del marco teórico-referencial, en este capítulo se expone el procedimiento para la aplicación del método estadístico Multicriterio “Proceso de jerarquía analítica (AHP) para el desarrollo de la investigación.

Se utilizaron métodos teóricos y empíricos, así como técnicas y herramientas de las ciencias económicas los cuales contribuyeron con el cumplimiento del objetivo planteado:

### **Entre los métodos teóricos:**

El análisis-síntesis: para desarrollar el análisis teórico del objeto de estudio, a través de su descomposición en los elementos que lo integran, determinando las variables con mayor incidencia en la investigación y su interrelación como resultado de un proceso de síntesis.

El hipotético - deductivo: en el diseño y aplicación del procedimiento para la valoración económica y ambiental de la actividad minera de las canteras de materiales de la construcción.

El sistémico estructural: para abordar el carácter sistémico de la Industria y de los indicadores propuestos:

### **Métodos empíricos:**

Las encuestas, entrevistas, observación científica, consulta de documentos para la recopilación de la información. El estadístico-matemático en la utilización del método Delphi para identificar expertos y evaluar sus criterios y la elaboración de gráficos y la aplicación del método estadístico Multicriterio. Proceso de jerarquía ana-

lítica (AHP). Metodología para determinar los indicadores económicos para evaluar el desempeño de las Canteras de materiales de la construcción.

La investigación se realizó a través de seis etapas metodológicas:

**Etapas I Identificación de los indicadores económicos (listado preliminar) para la evaluación del desempeño de canteras.**

Para llevar a cabo esta etapa primeramente se analizó las diferentes fuentes bibliográficas y se intercambiaron con especialistas de las canteras de materiales de la construcción, lo que permitió elaborar el listado preliminar de los indicadores económicos para las canteras de materiales de construcción de Cuba que se someterían a criterio de expertos (método Delphi).

Para la selección de los indicadores es esencial familiarizarse con los procesos internos propios de la cantera. Por lo tanto, en esta fase se recogerá, mediante una tormenta de ideas la lista de todos los procesos y actividades que se desarrollan en la empresa.

Como resultado de esta etapa se identifican todos los posibles indicadores económicos que se tabulan y posteriormente se someterán a consulta de expertos para obtener una visión colectiva a partir de rondas repetidas de preguntas.

**Determinación de los indicadores económicos aplicables en las canteras de materiales de construcción a través de método Delphi.**

El método se desarrolla en cuatro fases, tomada de Legrá & Silva (2007):

1. Se caracteriza por la exploración del tema en discusión. Cada individuo contribuye con la información adicional que considera pertinente.
2. Comprende el proceso en el cual el grupo logra una comprensión del tema. Salen a la luz los acuerdos y desacuerdos que existen entre los participantes con respecto al tema.
3. Explora los desacuerdos, se extraen las razones de las diferencias y se hace una evaluación de ellas.
4. Evaluación final. Esto ocurre cuando toda la información previamente reunida ha sido analizada y los resultados obtenidos han sido enviados como retroalimentación para nuevas consideraciones.

Los pasos para aplicar el Método Delphi son:

- a) Elaboración del cuestionario.
- b) Determinación del número de expertos.
- c) Selección de los expertos.
- d) Realización de las rondas para obtener el consenso de los expertos.

**a) Elaboración del cuestionario**

Se tiene en cuenta los principios de la teoría de la comunicación y, además, se creó mecanismos para reducir los sesgos en las respuestas.

Se facilita que cada experto valore alternativas a sus respuestas y se solicita que expongan sus propuestas personales. Esto último permite la ramificación de las preguntas en las próximas rondas de encuestas. Se requiere, hacer intervenir el parámetro tiempo para lograr el cumplimiento de la tarea en el plazo planificado.

**b) Determinación del número de expertos**

El número de expertos  $n$  se determinó mediante la fórmula, tomada de Legrá & Silva (2007):

$$n = p(1 - p) \left( \frac{Z_{1-\frac{\alpha}{2}}}{d} \right)^2 \quad (1)$$

Dónde:

**d**; error máx admisible (cuando  $d$  tiende a 0 el número  $n$  aumenta)

**p**; proporción o probabilidad de fallo al escoger el experto (su valor está entre 0 y 1);  $q=1-p$ . Cuando  $p=0.5$  se obtiene el mayor valor de  $n$  para  $y$   $d$  conocidos. Nótese que cuando  $p$  sea muy cercano a 0 o a 1 entonces el valor de  $n$  tiende a disminuir.

$Z_{1-\frac{\alpha}{2}}$ : valor asociado con el nivel de significación seleccionado, tomado de la tabla

2.1 (Legrá & Silva ,2007).Tabla 2.1 El valor de  $Z_{1-\frac{\alpha}{2}}$  para algunos valores de  $\alpha$

Tomado de (Legrá & Silva ,2007).

Tabla 2.1

Nivel de confianza	$\alpha$	$1 - \frac{\alpha}{2}$	Z
90%	0.10	0.950	1.64
95%	0.05	0.975	1.96
99%	0.01	0.995	2.58

### c) Selección de los expertos

Para seleccionar a los expertos se recogen propuestas de personas relacionadas con el tema. Cada experto propuesto se evalúa con una escala cualitativa que califica de ALTO, MEDIO y BAJO a través diferentes aspectos (Anexo 1) relacionados con:

1. Análisis teóricos realizados sobre el tema
2. Experiencia obtenida
3. Trabajos de autores nacionales que conoce sobre el tema
4. Trabajos de autores extranjeros que conoce sobre el tema
5. Conocimientos propios sobre el estado del tema
6. Intuición.

La competencia de los expertos se terminó por el coeficiente de competencia  $k_{cop}$ , que se calculó de acuerdo con la opinión de cada experto sobre su nivel de conocimiento acerca del problema que se está resolviendo y con las fuentes que le permiten argumentar sus criterios.

Se procedió a calcular para cada candidato a experto el Coeficiente de Competencia:

$$K_{cop} = \frac{1}{2} ( K_c + K_a ) \quad (2)$$

Dónde:

$K_c$ - es el coeficiente de conocimiento o información que tiene el experto acerca del problema, calculado sobre la valoración del propio experto en una escala del 0 al 10 y multiplicado por 0.1; de esta forma, la evaluación "0" indica que el experto no tiene absolutamente ningún conocimiento de la problemática correspondiente, mientras que la evaluación "10" significa que el experto tiene pleno conocimiento

de la problemática tratada. Entré estas dos evaluaciones extremas hay nueve intermedias. El experto marca con una cruz en la casilla que estime pertinente, por ejemplo:

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

Ka- es el coeficiente de argumentación o fundamentación de los criterios del experto, obtenido como resultado de la suma de los puntos alcanzados a partir de una tabla patrón.

Tabla 2.2 Tabla patrón de evaluación

Fuentes de Argumentación	Alto	Medio	Bajo
Análisis Teórico Realizado	0.3	0.2	0.1
Experiencia Obtenida	0.5	0.3	0.2
Trabajo de autores nacionales que conoce	0.05	0.04	0.02
Trabajo de autores extranjero que conoce	0.05	0.04	0.02
Conocimiento propio sobre el estado del tema	0.05	0.04	0.02
Su intuición	0.05	0.04	0.02

Tomado de (Legrá & Silva ,2007).

Las evaluaciones se cuantifican utilizando la tabla patrón 2.2 Nótese que las sumas de Alto, así como las sumas de Medio y Bajo no deben exceder del valor 1.

Al experto se le presenta esta tabla sin cifras y se le orienta marcar con una cruz, cuál de las fuentes él considera que ha influido en su conocimiento de acuerdo con el grado A, M o B. Posteriormente, utilizando los valores de la tabla patrón para cada una de las casillas marcadas por el experto, se calcula el número de puntos obtenidos en total. De esta forma, si el coeficiente  $k_a = 1$ , el grado de influencia de todas las fuentes es alto, si  $k_a=0.8$ , es un grado medio y si es igual a 0.5, se considera con grado bajo de influencia de las fuentes.

Para determinar la competencia del candidato se usaron los criterios:

- Competencia ALTA      si             $K_{comp} > 0.8$
- Competencia MEDIA    si     $0.5 < K_{comp} \leq 0.8$
- Competencia BAJA      si             $K_{comp} \leq 0.5$

#### **d) Realización de las rondas para obtener el consenso de los expertos**

Una vez evaluado el grado de conocimiento y confiabilidad de los expertos, se confeccionaron las encuestas para obtener criterios cualitativos en una primera ronda y cuantitativos en las demás rondas lo que permite obtener una unidad de criterios acerca de los indicadores que mayor incidencia tienen en los procesos analizados.

- **Primera ronda**

Se presenta a los expertos, el listado de las variables e indicadores preseleccionados, con el fin de que estos decidan si estos indicadores bastan para conformar el sistema o si a sus criterios era necesario adicionar o modificar algunos. (Anexo 2)

- **Segunda ronda**

Se procede a listar y presentar a los expertos los indicadores resultantes de la ronda anterior, para que realicen la votación según los procedimientos establecidos, es decir, evaluando con uno aquellos indicadores con las que estén de acuerdo y con cero aquellas con las que estuvieran en desacuerdo. (Anexo 2.2)

#### **2.2 Método Multicriterio. Proceso de jerarquía analítica (AHP).**

El proceso de Análisis Jerárquico, desarrollado por Thomas L. Saaty (The Analytic Hierarchy Process, 1980) está diseñado para resolver problemas complejos de criterios múltiples. El proceso requiere que quien toma las decisiones proporcione evaluaciones subjetivas respecto a la importancia relativa de cada uno de los criterios y que después especifique su preferencia con respecto a cada una de las alternativas de decisión y para cada criterio. El resultado del AHP es una jerarquización con prioridades que muestran la preferencia global para cada una de las alternativas de decisión. (Toskano Gerard, 2016).

En un ambiente de certidumbre, el AHP proporciona la posibilidad de incluir datos cuantitativos relativos a las alternativas de decisión. La ventaja de AHP consiste en que adicionalmente permite incorporar aspectos cualitativos que suelen quedarse fuera del análisis debido a su complejidad para ser medidos, pero que pueden ser relevantes en algunos casos.

### **El AHP se fundamenta en:**

1. La estructuración del modelo jerárquico (representación del problema mediante identificación de metas, criterios, subcriterios y alternativas).
2. Priorización de los elementos del modelo jerárquico.
3. Comparaciones binarias entre los elementos.
4. Evaluación de los elementos mediante asignación de “pesos”.
5. Ranking de las alternativas de acuerdo con los pesos dados.
6. Síntesis.

### **Ventajas del AHP:**

- ✓ Presenta un sustento matemático.
- ✓ Permite desglosar y analizar un problema por partes.
- ✓ Permite medir criterios cuantitativos y cualitativos mediante una escala común.
- ✓ Incluye la participación de diferentes personas o grupos de interés y genera un consenso.
- ✓ Permite verificar el índice de consistencia y hacer las correcciones, si es el caso.
- ✓ Genera una síntesis y da la posibilidad de realizar análisis de sensibilidad.
- ✓ Es de fácil uso y permite que su solución se pueda complementar con métodos matemáticos de optimización.

### **Base Matemática del AHP**

El AHP trata directamente con pares ordenados de prioridades de importancia, preferencia o probabilidad de pares de elementos en función de un atributo o criterio común representado en la jerarquía de decisión. Este método es nombrado el natural (pero refinado) que la gente siguió al tomar decisiones mucho antes que se desarrollaran funciones de utilidad y antes que se desarrollara formalmente el AHP.

Conceptualmente “el AHP hace posible la toma de decisiones grupal mediante el agregado de opiniones, de tal manera que satisfaga la relación recíproca al comparar dos elementos. Luego toma el promedio geométrico de las opiniones. Cuan-

do el grupo consiste en expertos, cada uno elabora su propia jerarquía, y el AHP combina los resultados por el promedio geométrico”.

### **Establecimiento de prioridades con el AHP**

El AHP, pide a quien toma decisiones señalar una preferencia o prioridad con respecto a cada alternativa de decisión en términos de la medida en la que contribuya a cada criterio. Teniendo la información sobre la importancia relativa y las preferencias, se utiliza el proceso matemático denominado síntesis, para resumir la información y para proporcionar una jerarquización de prioridades de las alternativas, en términos de la preferencia global.

#### **2.3.1 Etapas metodológicas del método Multicriterio**

El AHP mediante la construcción de un modelo jerárquico permite de una manera eficiente y gráfica organizar la información respecto a un problema, descomponerla y analizarla por partes, visualizar los efectos de cambios en los niveles y sintetizar.

El AHP “se trata de desmenuzar un problema y luego unir todas las soluciones de los subproblemas en una conclusión”<sup>1</sup>

Para calcular el valor del Índice Multicriterio (IM), se utiliza la fórmula siguiente:

$$IM = \sum_{j=1}^n \frac{C_j p_j}{r} * 100 \quad (3)$$

Donde,  $C_j$  = puntaje del criterio  $j$  (económico.)

$p_j$  = peso o importancia del criterio  $j$  (van de 0 a 1, tal que  $\sum p_j = 1$ )

$r$  = rango de medición de los criterios (límite superior de la escala menos límite inferior)

$n$ =cantidad de criterios

Cada criterio ( $C_j$ ) incluido en el IM es un subíndice que agrupa variables e indicadores, con una estructura como la que se observa en la siguiente gráfica.

---

<sup>1</sup> Thomas L. Saaty, “The Analytic Hierarchy Process”, J. Wiley, New York, 1980.

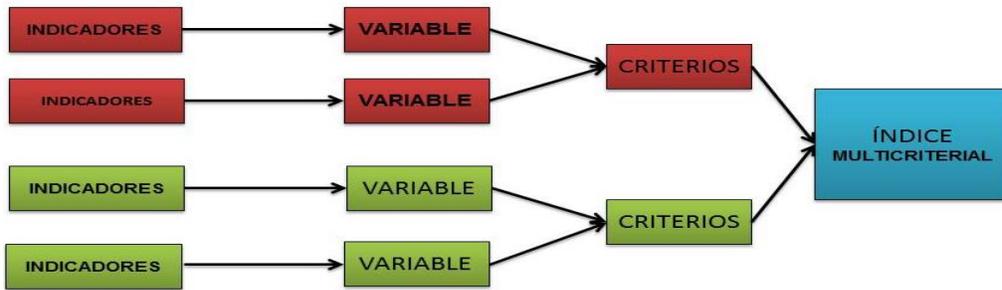


Figura 2.2. Conformación del Índice de Multicriterio (Tomado de Martínez, Fernández 2017)

A continuación, se presentan los pasos para definir y calcular el Índice Multicriterio.

### 2.3.1.1 Definir los criterios (c<sub>j</sub>) que conforman el índice

Para definir los criterios se hace necesario conformar el Índice Multicriterio a través del Figura 2.2, donde se refleja el valor de cada una de las variables y criterios que conforman el IM. En este caso los criterios mínimos son:

Económico: costos totales, eficiencia, beneficios, costo de rehabilitación, costo de producción, costo de barrenación y voladura, costo de mano de obra. Si utilizan sólo los criterios mínimos, el IM queda determinado por:

$$IM = \sum \frac{E * p_e}{r} * 100 \quad (4)$$

Donde,

E = puntaje del criterio económico

p<sub>e</sub> = peso de cada uno de los criterios (con valores entre 0 y 1, tal que  $\sum p_e = 1$ ).

r = rango de la escala de puntajes de los criterios.

### 2.3.1.2 Definir la importancia (p<sub>j</sub>) que tiene cada criterio en el índice

La escala fundamental del AHP (T.L. Saaty, 2004 b) es una escala de números absolutos utilizada para responder una pregunta básica en cada una de las comparaciones pareadas: ¿Cuántas veces es más dominante un elemento que otro con respecto a un determinado criterio o atributo?

En general, las aplicaciones AHP poseen tres formas diferentes de enmarcar la

comparación por pares:

La primera es preguntar cuál de los elementos es más dominante o importante con respecto a un criterio, la segunda es preguntar cuál es el resultado más probable y la tercera es preguntar qué elemento es preferido con respecto a un atributo, reconociendo que la preferencia es completamente subjetiva y depende de los caprichos y gustos o aversiones del individuo. (T.L. Saaty, 2004 b).

En situaciones en que existen posiciones difíciles de consensuar, con prioridades diferentes entre los miembros del equipo, se deberá utilizar una matriz de jerarquización de criterios, siguiendo el procedimiento siguiente: Distribuir a cada miembro del equipo una matriz cuadrada con todos los criterios listados, tanto en filas como en columnas a través de los siguientes pasos:

1. Solicitar a cada uno de los participantes que determine si el criterio indicado en la primera fila (económico) es más, o menos, importante que los demás, asignando un punto en cada columna en que la respuesta es afirmativa. Terminado el trabajo para el primer criterio, se deberá utilizar igual procedimiento con los demás.
2. Sumar todas las matrices, poniendo en cada casillero los puntajes asignados por cada integrante del equipo y calcular el subtotal de cada fila, sumando los casilleros correspondientes.
3. Calcular el total de la tabla, que es la suma de todos los puntajes subtotales.
4. Resulta de la siguiente fórmula:

$$\text{Total, tabla} = n * [(x_n - 1) + (x_n - 2) + (x_n - 3) + \dots + (x_n - x_{n-1})]$$

Donde,  $n$  = número de miembros que califican

$x$  = cantidad de criterios

Calcular el peso relativo, dividiendo el subtotal de cada fila por el total de la matriz acumulada.

## Matriz de jerarquización o propiedades de criterios

	Criterio 1	Criterio 2	...	Criterio m
Criterio 1		$P_{12}$	...	$P_{1m}$
Criterio 2	$P_{21}$		...	$P_{2m}$
.....	...	...		...
Criterio n	$P_{n1}$	$P_{n2}$		...

### 2.3.1.3 Definir y ponderar cada una de las variables que integran cada criterio

Para cada uno de los criterios deben identificarse, definirse y ponderarse (peso) las variables que le otorgan sentido analítico.

Cada una de las variables aporta un aspecto relevante y complementario, con distinto peso específico. Así, cada criterio (de igual manera que el IM) está compuesto por un índice ponderado de las variables que lo integran. Ver tabla (2.3). En esta investigación se hace el análisis de la variable económica.

$$C_j = \sum_{i=1}^{n_j} \frac{V_{ij} p_{ij}}{r_j} * 100 \quad (5)$$

Donde,  $C_j$  = puntaje del criterio j (social, técnico, económico, institucional, etc.)

$V_{ij}$  = variable i del criterio j

$p_{ij}$  = peso o importancia de la variable i en el criterio j (entre 0 y 1;  $\sum p_i = 1$ )

$r_j$  = rango de medición de las variables que componen el criterio j

Tabla 2.3. Variables “mínimas” que debieran incluirse en los criterios “mínimos” (CEPAL, 2017)

Crterios	Variabes
<b>Económico</b>	Costos totales (con valores presente y anualidades, desglosados en un presupuesto). Eficiencia. Beneficios (externalidades positivas para la población objetivo u otros beneficiarios legítimos).

Para calcular el peso ( $p_{ij}$ ) de cada variable en cada criterio se utiliza el mismo procedimiento que para la definición de la importancia de los criterios ( $p_j$ ). Para determinar el peso de cada variable, dentro de los criterios utilizando la Matriz de Jerarquización. Ver Tabla 2.4.

Tabla 2.4. Matrices de jerarquización de variables

<b>Criterio Económico</b>	<b>Costos Totales</b>	<b>Eficiencia</b>	<b>Beneficios</b>	<b>Total</b>	<b>Peso</b>
<b>Costos Totales</b>	-	3	5	8	0.533
<b>Eficiencia</b>	2	-	4	6	0.400
<b>Beneficios</b>	0	1	-	1	0.067
<b>Total</b>	-	-	-	15	

#### **2.3.1.4 Operacionalizar las variables a través de indicadores.**

Para la operacionalización de las variables se requiere que, antes de la formulación, se especifiquen los instrumentos de medición, metas esperadas y estándares de comparación.

Para poder agrupar los distintos indicadores en variables, éstas en criterios y luego conformar el IM, deben fijarse los rangos de medición (0 - 100, 0 - 7, 0 - 4, etc.) para todos por igual. Esto puede requerir la transformación de los indicadores originales.

En el caso de las variables simples, cuantificables con un solo indicador, se puede homogeneizar la escala en términos de proporciones. Por ejemplo, la carencialidad general se puede medir como porcentaje de la población afectada que se encuentra bajo la línea de pobreza.

Si no existe información previa, hay que medir las variables directamente, pudiendo utilizarse una categorización ordinal, en la que cada proyecto se califica según la categoría en la que se ubica, lo que requiere uniformidad en la forma de calificar. Ver Tabla 2.5

Tabla 2.5 Escala de calificación

<b>Categoría</b>	<b>Puntaje</b>
Supera los estándares solicitados	<b>4</b>
Cumple adecuadamente con los estándares	<b>3</b>
Cumple los estándares con reparos menores	<b>2</b>
Requiere modificaciones importantes	<b>1</b>
No cumple con los estándares mínimos	<b>0</b>

Si el rango que se está utilizando para las demás variables es distinto (0-1, 0-100, 0-7 u otro), hay que convertir a todas en una misma unidad de medida. La forma más sencilla es convertir a las variables continuas en ordinales, agrupando los resultados en igual cantidad de categorías que las de la escala utilizada, para lo que se requiere identificar puntos de corte que permitan agrupar a los proyectos por similitud de resultados. Sin embargo, esto dificulta la posibilidad de contar con un índice acumulativo.

Alternativamente, se puede adaptar a la variable ordinal a las discretas. Para ello, el resultado de la variable categorizada debe dividirse por el máximo valor posible de la escala y multiplicarse por el rango de las demás (1, 100, 7 etc.). El problema de esta transformación es que podría generar distorsiones si las categorías incluidas en la escala ordinal no son medianamente equidistantes, pero tiene la ventaja de permitir la agrupación en un solo índice sumatorio.

Para variables complejas, que tienen más de una dimensión se puede utilizar una escala, tipo Likert, en la que se agrupan un conjunto de ítems complementarios que tratan de cubrir todos los aspectos relevantes.

Los ítems deben ser relevantes, complementarios y tener una asociación positiva, siguiendo una misma tendencia. De lo contrario, se genera un resultado no confiable.

El puntaje de los proyectos en cada ítem, variable y criterio tiene como función diferenciarlos. Los aspectos que no discriminan pueden sacarse del análisis pues

nada aporta a la decisión final.

Para la puntuación de los ítems hay dos alternativas:

Dicotómica: Si el proyecto tiene una calificación positiva en un ítem se le asigna "un" punto y si es negativa "cero" punto. El resultado final es la suma total de indicadores.

$$V_{ij} = \sum_{k=1}^{n_{ij}} \frac{I_{ijk}}{n_{ij}} * 100 \quad (6)$$

Donde,  $V_{ij}$ = Variable i del criterio j (social, técnico, económico, institucional)

$I_{ijk}$ = Indicador k de la variable i del criterio j

$n_{ij}$ = Número de indicadores que componen la variable i del criterio j

Esta forma es de fácil operacionalización, pero no refleja la especificidad de las diferencias marginales entre los proyectos.

Discontinua: Cada ítem se evalúa en una escala de rango  $r_{ij}$ , con el esquema de categorización descrito en el punto anterior. Esto permite ordenar a los proyectos por cada uno de los ítems, pero si las categorías no están bien construidas, sus puntajes pueden generar un sesgo.

El rango ( $r_{ij}$ ) debe ser el mismo para todos los ítems de una misma variable (0 a 10; 1 a 3; 1 a 5; 1 a 7; etc.).

El cálculo del puntaje de cada variable es similar al caso dicotómico, sólo se incorpora el rango ( $r_{ij}$ ) con que se califican los ítems:

$$V_{ij} = \sum_{k=1}^{n_{ij}} \frac{I_{ijk}}{r_{ij} * n_{ij}} * 100 \quad (7)$$

Donde, los valores de los indicadores ( $I_{ijk}$ ) pueden asumir valores dentro del rango  $r_{ij}$ .

Con los procedimientos y fórmulas indicados, el rango de puntaje del IM es 100 puntos, con valor mínimo 0 y máximo 100.

Para saber cuánto aportan estos puntajes al cálculo total del proyecto, se multipli-

ca cada uno por el peso ( $p_{ij}$ ) de cada variable en el criterio correspondiente y luego por la ponderación ( $p_j$ ) de éste en el IM. Considerando los puntajes indicados y los que recibió el proyecto en los demás indicadores y variables, se obtiene la siguiente tabla 2.6:

Tabla 2.6. Criterio de los indicadores con respecto a las variables

<b>Criterio</b>	<b>Variable</b>	<b>Puntaje</b>	<b><math>p_i</math></b>	<b><math>P_j</math></b>	<b>Total</b>
<b>Económico</b>	Eficiencia	75.0	0.4	0.13	3.90
	Costos totales	75.0	0.533	0.13	5.20
	Beneficios	55.0	0.067	0.13	0.48
<b>Total</b>		-	-	-	9.58

### **2.3.2 Priorizar proyectos con puntajes mínimos**

Junto con la especificación de cómo medir los indicadores, se debe definir si alguno requiere la definición de un valor mínimo, bajo el cual no se debe aprobar un proyecto.

Esto puede hacerse tanto a nivel de indicadores como de variables, criterios o IM. Para la selección definitiva (de los proyectos) sólo se pueden priorizar aquellos que cumplan con todos los estándares.

Para el criterio social se debe establecer una meta mínima derivada de los objetivos de impacto del programa.

### **Conclusiones del capítulo**

En este capítulo se hace referencia a las etapas metodológicas para la determinación de los indicadores económicos para evaluar el desempeño de las canteras materiales de la construcción de Cuba, donde se evidencia las diferentes etapas para la identificación y determinación a través del Método Delphi y para las demás etapas se utiliza el Método Multicriterio AHP, se explica su fundamentación, ventajas, base matemática y el establecimiento de sus prioridades, así como la definición de los criterios, la importancia y la ponderación de cada una de las variables que integran cada criterio.

# **CAPITULO III DETERMINACIÓN DEL SISTEMA DE INDICADORES ECONÓMICOS PARA LA EVALUACION DEL DESEMPEÑO SOSTENIBLE DE LAS CANTERAS MATERIALES DE LA CONSTRUCCIÓN DE CUBA**

## **Introducción**

A partir del estudio anterior de la problemática relacionada con los indicadores económicos para la evaluación de canteras, considerando que las investigaciones anteriores analizan de forma integradora los aspectos sociales, ambientales, técnicos y de riesgos; no siendo así para los económicos y teniendo en cuenta las particularidades del Método Multicriterio, se determinaron los criterios a tener en cuenta para realizar la evaluación económica para la sostenibilidad de las canteras en Cuba. Esto permitió elaborar una metodología a través del método multicriterio para evaluar el desempeño de las canteras en Cuba.

### **3.1 Características de la Empresa extractiva de Materiales de la Construcción**

La Empresa de Canteras, con domicilio legal en calle Colón No.12204 e/ Calle Independencia y Río Mordaza, Reparto Martí, Municipio Cerro provincia La Habana. Tiene como actividad fundamental la producción de áridos y de cal y sus derivados, con procesos tecnológicos, industriales y minerales flexibles y competitivos, la cual se caracteriza por plantearse los siguientes principios:

#### **Misión:**

Satisfacer la creciente demanda de áridos para las construcciones que garanticen su rentabilidad. Garantizar la calidad requerida para su uso, en la producción de hormigones hidráulicos de baja, mediana y alta resistencia, construcción de piezas prefabricadas de alta resistencia, materiales de construcción en general, mezclas asfálticas, así como para obras de albañilería en general.

#### **Visión:**

Liderar el mercado de la producción de áridos y de cal y sus derivados, con procesos tecnológicos, industriales y mineros flexibles y competitivos que permitan satisfacer la demanda creciente de sus clientes nacionales, siendo una organización autofinanciada y con unos recursos humanos comprometidos y altamente profesionales.

**Objeto Social:**

Producir, transportar y comercializar materias primas, materiales y productos para la construcción (áridos, cal y sus derivados).

**3.2 Características de las Canteras**

Para sus producciones la Cantera cuenta con seis Unidad Empresarial Básica (UEB) productivas radicadas en San José de las Lajas; Guanabacoa; Marianao-Caimito; Mariel y Unión de Reyes además de una UEB de Servicios técnicos como apoyo a la producción radicada en Cuatro Caminos, municipio Cotorro, UEB de transportación radicada en el municipio Arroyo Naranjo, UEB de Aseguramiento a la producción y a la Oficina Central de la Empresa, radicadas estas dos últimas en el municipio Cerro.

**UEB Canteras San José****El yacimiento Suministrador:**

Sito en carretera central km 29 ½ San José de las Lajas, provincia Mayabeque. Se ubica en el km. 29 de la carretera central a unos tres km al oeste del poblado de San José de las Lajas.

**Caracterización de los yacimientos.**

Representado por calizas, calizas dolomíticas, dolomitas calcáreas y margas pertenecientes a la Formación Husillo de edad Mioceno inferior.

Aparecen arcillas rellenas de cavernas con impurezas de margas y fragmentos de calizas. Esto constituye el material estéril del yacimiento. Pueden aparecer areniscas en algunos pozos aislados.

**UEB canteras Guanabacoa****El yacimiento Suministrador de CP 301 Victoria II, CP 302 Victoria III y CP Victoria IV.**

Sito en carretera Monumental km 18, para los CP 301 Victoria II y CP302 Victoria III; y carretera Monumental km 15 para el CP 303 Victoria IV. Se ubican a tres km al Suroeste del poblado de Arango. Municipio Guanabacoa. Provincia Habana.

### **Caracterización de los yacimientos.**

Lo componen secuencias de areniscas calcáreas de grano muy fino, medio y grueso. Las rocas subyacentes están compuestas por las tufitas monocristalinas, conglomerados de grano fino, medio y algunas intercalaciones de lentes de argilitas y lutitas. Pueden aparecer calizas. Las rocas pertenecen a la Formación Peñalver de edad Cretácico Superior.

Las areniscas conglomeradas y calizas componen el espesor útil del yacimiento.

### **El yacimiento Suministrador de CP 305 Quiebra Hacha**

Se ubica en carretera monumental km 15 al sureste de la Habana en el municipio Guanabacoa, La Habana.

### **Caracterización de los yacimientos.**

Constituido por rocas de Formación Peñalver de edad Cretácico Superior descritas como material clástico de estratificación gradacional (areniscas calcáreas), observándose una transición de grueso a fino y muy fino; estas últimas catalogadas como calcilulitas de baja resistencia recomendadas para la producción de hormigones ligeros.

La zona mineralizada en el yacimiento está representada por las areniscas, gavelitas y calcilutitas.

Las areniscas en general aparecen cubiertas con un material areno arcilloso, en ocasiones margoso y por areniscas intemperizadas. Esto constituye el material estéril del yacimiento.

### **UEB Canteras Oeste**

#### **Yacimiento de CP 210 "Antonio Ravelo" y CP 304 "Anafe III "**

Sito en carretera Central km 41 Caimito. Se ubica en la zona central de la meseta de Anafe, al norte de la carretera central en el tramo comprendido entre los poblados de Caimito y Guanajay.

### **Caracterización de los yacimientos.**

Representadas por variedades de calizas en las que predominan las calizas orgánicas – relícticas, pelitomórficas, bioclásticas y margosas, y en menor medida coralinas biohémicas. Todas estas variedades pertenecen a la Formación Güines de edad Mioceno inferior a medio, son de mediana resistencia. En ocasiones las

calizas son dolomitizadas. Esta formación sobreyace a la formación Cojímar compuesta por margas calcáreas y margas arcillosas. La parte estéril del yacimiento está constituida por las intercalaciones de arcilla y de calcita blanda o por el material margoso blando.

### **Yacimiento Suministrador de CP 213 " Bauta I " y CP 214 " Bauta II "**

Sito en carretera Bauta – Baracoa. Se ubica al oeste de la Habana, a unos tres km del poblado Baracoa, municipio Bauta, provincia Artemisa.

#### **Caracterización de los yacimientos.**

Constituida por calizas organógenas blancas y duras, compactas y fragmentaciones, recristalizaciones y porosas. De manera general, las calizas compactas se pueden localizar en la parte superior del corte y las porosas fragmentarias en la porción inferior.

Las rocas pertenecen a la Formación de Güines de edad miocena inferior a medio. Pueden aparecer margas y areniscas que tienen calcita de grano fino. Se presenta arcilla de color rojo formando parte de la capa vegetal y relleno de grietas; esto constituye el material estéril del Yacimiento.

#### **UEB Canteras Oeste**

##### **CP 220 " Mártires del Corynthia "**

##### **Dirección**

Cito en calle 100 y 73, Marianao, La Habana

##### **Materia Prima**

Piedra caliza en piedras ricas en Carbonato de Calcio

##### **Cal Viva**

Se obtiene mediante la calcinación de calizas muy ricas en Carbonatos de Calcio (96 al 100%)

##### **Hidrato de Cal**

Producto que se obtiene en formas de polvo seco y blanco por un proceso de hidratación (operación de apagado) de la Cal Viva con una cantidad fija de agua de acuerdo a la riqueza de esta, obteniéndose con un óxido de calcio aprovechable del 70 %.

##### **Masilla de cal**

Material de construcción, el cual se elabora en forma de pasta con un contenido del 42 al 46 % de  $H_2O$  y un 54 a un 58% de Hidrato de Cal.

### **Tercio**

Material de construcción constituido por una mezcla homogénea de proporción de una parte de cal, una parte de arena lavada y una parte de polvo de piedra.

### **UEB Canteras Mariel**

#### **CP La Molina I, II, III (Remoedor)**

#### **Yacimiento Suministrador de la materia prima**

Sito en la carretera Central km 43, Caimito. El yacimiento "La Molina" se encuentra situado a una distancia de cuatro km, del pueblo de Guanajay.

#### **Caracterización de los yacimientos.**

La materia prima está constituida por caliza criptocristalinas y calizas politomórficas, la cual es usada para la producción de áridos. Se recomienda usar en hormigones hidráulicos, hormigones asfálticos, morteros de albañilería, balasto en las vías ferreras.

### **UEB Canteras Alacranes**

#### **Yacimiento Suministrador**

Sito en la finca Santa Leocadia, municipio Alacranes, en la provincia de Matanzas.

#### **Caracterización de los yacimientos.**

La materia prima de yacimiento está asociada a las rocas de la edad del Mioceno y está representada por dolomitas calcarias que se formaron como resultado de la dolomitización de las calizas.

Las dolomitas son en lo fundamental densas, masivas, compactas de granos gruesos y medio, porosa en parte, cavernosa con grietas de diferentes tamaños, rellenas por fósiles, calcitas o hidróxidos, y óxido de hierro.

Agregar también que el por ciento de óxido de magnesio ( $MgO - 16 - 19\%$ ) es considerable por lo que debe tenerse en cuenta a la hora de elegir los equipos no tecnológicos y tecnológicos pues con dicho por ciento provocaría gran desgaste en los equipos.

### **3.3 Etapas metodológicas para la evaluación de Canteras a través de variables e indicadores económicos**

La investigación se desarrolló a través de las etapas metodológicas que se exponen a continuación:

1. Identificación de los indicadores económicos (listado preliminar) para la evaluación del desempeño sostenible de canteras.
2. Selección los indicadores económicos aplicables a las canteras de materiales de construcción a través de criterio complementarios. (Método Delphi)
3. Definir los criterios (Cj) que conforman el índice.
4. Definir la importancia que tiene cada criterio en el índice. (Método Multicriterio)
5. Definir y ponderar cada una de las variables que integran cada criterio.
6. Operacionalizar las variables a través de indicadores.

### 3.3.1 Identificación de los indicadores económicos para la evaluación del desempeño de canteras

Para la identificación de los indicadores económicos se recolectó de distintas fuentes bibliográficas: tesis doctorales, trabajos de diploma, tesis de licenciatura, modelo de Inspección Minera de la ONRM, el Informe de Sostenibilidad 2015 y otros. Esto permitió establecer el listado preliminar de los indicadores económicos para las canteras de materiales de construcción de Cuba que se someterían a criterio de expertos que se muestra en la tabla. Ver tabla 3.1

Tabla 3.1 Relación preliminar de los indicadores económicos para la evaluación integral de canteras de materiales de construcción.

No.	Indicadores	Unidades
1	Costo de la barrenación y voladuras	\$/m <sup>3</sup>
2	Costo por metro cúbico	\$/m <sup>3</sup>
3	Red de barrenación	M
4	Costo de combustible	l/m <sup>3</sup>
5	Costo de electricidad	\$/kw/h
6	Consumo de agua	l/m <sup>3</sup>
7	Consumo de materia prima	t/m <sup>3</sup>
8	Consumo de explosivo	kg/m <sup>3</sup>
9	Costo de producción	\$/m <sup>3</sup>
10	Costo por peso de la Producción	\$

11	Producción Mercantil	\$\$
12	Costo por peso de la Producción Mercantil	\$\$
13	Producción bruta de la industria	T
14	Costo por peso de la producción bruta	\$\$
15	Costo por peso de Material	\$\$
16	Costo de salario	\$
17	Gastos de salario por peso de producción	\$\$
18	Costo de otras Fuerzas de Trabajo	\$
19	Costo por peso de Otras Fuerzas de trabajo	\$
20	Productividad del trabajo	\$/año
21	Promedio de Trabajadores	h/Hombre
22	Número de trabajadores	U
23	Fondo de salario	\$
24	Costo de mantenimiento de la planta	\$
25	Costo de mantenimiento de las máquinas	\$
26	Costo de mantenimiento de los móviles	\$
27	Capacidad de la planta de procesamiento	m <sup>3</sup> /hora
28	Recuperación en planta	%
29	Pérdidas	\$
30	Dilución	%
31	Costo de tratamiento adquisición	\$
32	Costo de tratamiento mantenimiento	\$
33	Costo de tratamiento de la energía	\$
34	Costo de tratamiento de los combustibles	\$
35	Costo de tratamiento de la mano obra	\$
36	Costo de restauración de gabinete	\$
37	Rentabilidad	\$
38	Ventas netas	\$
39	Precio de venta	\$
40	Producción anual	m <sup>3</sup> /año
41	Porcentaje de bienes, materiales, y servicios adquiridos localmente	%
42	Consumibles en la extracción y tratamiento de recursos minerales	%
43	Porcentaje de mano de obra procedente de las comunidades locales	%
44	Inversión en infraestructura pública y su mantenimiento	\$
45	Gastos financieros de créditos a largo plazo	\$
46	Gastos financieros de créditos a cortos plazo	\$
47	Ayudas financieras de las Administraciones Públicas	\$

### **3.3.2 Selección los indicadores económicos aplicables en las canteras de materiales de construcción a través de criterio de expertos**

Para la selección de estos indicadores se aplicó el Método Delphi, a través de los pasos siguientes:

#### **1. Elaboración del cuestionario**

El cuestionario se elaboró teniendo en cuenta el listado preliminar de indicadores que evalúan económicamente el desempeño de canteras de materiales de construcción (anexo 2 y 2.1). Para determinar los indicadores que serían sometidos a consideración de los expertos, se realizaron consulta a los especialistas de economía de cada una de estas canteras.

#### **2. Determinación del número de expertos**

Una vez obtenido el listado preliminar de indicadores, se procedió a la selección de los expertos que en un primer momento resultaron ser 13.

Se aplicó la fórmula 1 para determinar el número de expertos ( $n$ ), partiendo de que:

$d$ : 0,25

$p$ : 0,5

$Z_{1-\frac{\alpha}{2}}$ : Para un nivel de confianza del 90 %, se tomó  $Z = 1,64$

El número de experto resultante fue:

$n = 10,35$

Por lo que se aproximó a diez expertos.

#### **3. Selección de los expertos**

La selección del número de expertos a participar en la investigación se argumentó a través de su Coeficiente de Competencia, que se obtuvo de los datos recopilados en el cuestionario (anexo 1) enviado a los 13 expertos iniciales que posibilitó determina su Coeficiente de Conocimiento (Tabla 3.2) y de Argumentación. (Tabla 3.3)

Finalmente, según el Coeficiente de Competencia ( $K_{cop}$ ) (tabla 3.4) y las características técnico-profesionales de cada experto (anexo 3) se seleccionaron los 10 expertos con  $K_{cop}$  evaluado de ALTO.

Tabla 3.2 Coeficiente de Conocimiento de los expertos (Kc)

Expertos	Coeficiente de conocimiento o información
Experto No. 1	$K_c = 9. (0.1) = 0.9$
Experto No. 2	$K_c = 9. (0.1) = 0.9$
Experto No. 3	$K_c = 4. (0.1) = 0.4$
Experto No. 4	$K_c = 8. (0.1) = 0.8$
Experto No. 5	$K_c = 9. (0.1) = 0.9$
Experto No. 6	$K_c = 9. (0.1) = 0.9$
Experto No. 7	$K_c = 9. (0.1) = 0.9$
Experto No. 8	$K_c = 7. (0.1) = 0.7$
Experto No. 9	$K_c = 9. (0.1) = 0.9$
Experto No. 10	$K_c = 8. (0.1) = 0.8$
Experto No. 11	$K_c = 8. (0.1) = 0.8$
Experto No. 12	$K_c = 3. (0.1) = 0.3$
Experto No. 13	$K_c = 7. (0.1) = 0.7$

Fuente: Elaboración propia

Tabla 3.3 Coeficiente de argumentación de los expertos (Ka)

Expertos	Coeficiente de Argumentación
Experto No 1.	$K_a = 0.3 + 0.5 + 0.04 + 0.04 + 0.04 + 0.05 = 0.97$
Experto No 2.	$K_a = 0.2 + 0.5 + 0.05 + 0.04 + 0.02 + 0.05 = 0.86$
Experto No 3.	$K_a = 0.1 + 0.2 + 0.02 + 0.02 + 0.02 + 0.03 = 0.40$
Experto No 4.	$K_a = 0.3 + 0.5 + 0.05 + 0.04 + 0.05 + 0.05 = 0.99$
Experto No 5.	$K_a = 0.3 + 0.5 + 0.05 + 0.04 + 0.04 + 0.05 = 0.98$
Experto No 6.	$K_a = 0.3 + 0.3 + 0.05 + 0.05 + 0.05 + 0.04 = 0.79$
Experto No 7.	$K_a = 0.3 + 0.5 + 0.04 + 0.05 + 0.05 + 0.04 = 0.98$
Experto No 8.	$K_a = 0.1 + 0.2 + 0.04 + 0.04 + 0.04 + 0.05 = 0.47$
Experto No 9.	$K_a = 0.3 + 0.5 + 0.05 + 0.04 + 0.05 + 0.05 = 0.99$
Experto No 10.	$K_a = 0.3 + 0.5 + 0.05 + 0.04 + 0.05 + 0.05 = 0.99$
Experto No 11.	$K_a = 0.2 + 0.5 + 0.04 + 0.04 + 0.04 + 0.05 = 0.87$
Experto No 12.	$K_a = 0.1 + 0.2 + 0.02 + 0.02 + 0.02 + 0.02 = 0.38$
Experto No 13.	$K_a = 0.3 + 0.5 + 0.05 + 0.05 + 0.05 + 0.05 = 1$

Fuente: Elaboración propia

Tabla 3.4 Coeficiente de competencia de los expertos (Kcop)

Expertos	Cálculo del Coeficiente de Competencia	Coeficiente de Competencia
Experto No 1.	$K_{cop} = \frac{1}{2}(0.9 + 0.97) = 0.94$	ALTO
Experto No 2.	$K_{cop} = \frac{1}{2}(0.8 + 0.86) = 0.83$	ALTO
Experto No 3.	$K_{cop} = \frac{1}{2}(0.4 + 0.40) = 0.40$	BAJO
Experto No 4.	$K_{cop} = \frac{1}{2}(0.8 + 0.99) = 0.89$	ALTO

Experto No 5.	$K_{cop} = \frac{1}{2}(0.9 + 0.98) = 0.94$	ALTO
Experto No 6.	$K_{cop} = \frac{1}{2}(0.9 + 0.78) = 0.84$	ALTO
Experto No 7.	$K_{cop} = \frac{1}{2}(0.9 + 0.98) = 0.94$	ALTO
Experto No 8.	$K_{cop} = \frac{1}{2}(0.7 + 0.47) = 0.58$	MEDIO
Experto No 9.	$K_{cop} = \frac{1}{2}(0.9 + 0.99) = 0.94$	ALTO
Experto No 10.	$K_{cop} = \frac{1}{2}(0.8 + 0.99) = 0.89$	ALTO
Experto No 11.	$K_{cop} = \frac{1}{2}(0.8 + 0.87) = 0.83$	ALTO
Experto No 12.	$K_{cop} = \frac{1}{2}(0.3 + 0.38) = 0.34$	BAJO
Experto No 13.	$K_{cop} = \frac{1}{2}(0.7 + 1.00) = 0.85$	ALTO

### 3.3.3 Realización de las rondas para obtener el consenso de los expertos

Las encuestas confeccionadas se enviaron a los expertos para obtener criterios cualitativos en una primera ronda y cuantitativos en las rondas dos y tres, lo que permite obtener una unidad de criterios acerca de los aspectos que mayor incidencia tienen en los procesos analizados.

#### 1. Primera ronda para obtener un consenso de criterios

En esta ronda se somete al criterio de los expertos el cuestionario elaborado (anexo 2), para seleccionar los indicadores más importantes que evalúan del desempeño de las canteras. Se analizaron los indicadores (Tabla 3.5) propuestos y fueron adicionados seis, por sugerencia de los expertos:

1. Depreciación de equipamiento e instalaciones,
2. Arrendamiento de equipamiento y servicios,
3. Contribución fiscal,
4. Costo de extracción,
5. Costo de transporte hacia la planta de procesamiento,
6. Costo de procesamiento.

Finalmente, se obtuvieron 53 indicadores que pasaron a la siguiente ronda. Tabla 3.5.

Tabla 3.5 Relación de los indicadores económicos que pasan a la segunda ronda

No.	Indicadores	Unidades
1	Costo de la barrenación y voladuras	\$/m <sup>3</sup>
2	Costo por metro cúbico	\$/m <sup>3</sup>
3	Red de barrenación	m <sup>3</sup>
4	Costo de combustible	\$

5	Costo de electricidad	\$/kW
6	Consumo de agua	l/m <sup>3</sup>
7	Índice Consumo de materia prima	t/m <sup>3</sup>
8	Consumo de explosivo	kg/m <sup>3</sup>
9	Costo de producción	\$/m <sup>3</sup>
10	Costo por peso de la Producción	\$\$
11	Producción Mercantil	\$\$
12	Costo por peso de la Producción Mercantil	\$\$
13	Producción bruta de la industria	t
14	Costo por peso de la producción bruta	\$\$
15	Costo por peso de Material	\$\$
16	Costo de salario	\$
17	Gastos de salario por peso de producción	\$\$
18	Costo de otras Fuerzas de Trabajo	\$
19	Costo por peso de Otras Fuerzas de trabajo	\$\$
20	Productividad del trabajo	\$/año
21	Promedio de Trabajadores	h/Hombre
22	Número de trabajadores	U
23	Fondo de salario	\$
24	Costo de mantenimiento de la planta	\$
25	Costo de mantenimiento de las máquinas	\$
26	Costo de mantenimiento de los móviles	\$
27	Capacidad de la planta de procesamiento	m <sup>3</sup> /hora
28	Recuperación en planta	%
29	Pérdidas	\$
30	Dilución	%
31	Costo de tratamiento adquisición	\$
32	Costo de tratamiento mantenimiento	\$
33	Costo de tratamiento de la energía	\$
34	Costo de tratamiento de los combustibles	\$
35	Costo de tratamiento de la mano obra	\$
36	Costo de restauración de gabinete	\$
37	Rentabilidad	\$
38	Ventas netas	\$
39	Precio de venta	\$

40	Producción anual	m <sup>3</sup> /año
41	Porcentaje de bienes, materiales, y servicios adquiridos localmente	%
42	Consumibles en la extracción y tratamiento de recursos minerales	%
43	Porcentaje de mano de obra procedente de las comunidades locales	%
44	Inversión en infraestructura pública y su mantenimiento	\$
45	Gastos financieros de créditos a largo plazo	\$
46	Gastos financieros de créditos a cortos plazo	\$
47	Ayudas financieras de las Administraciones Públicas	\$
48	Costo de extracción	\$/m <sup>3</sup>
49	Costo de transporte hacia la planta de procesamiento	\$/m <sup>3</sup>
50	Costo de procesamiento	\$/m <sup>3</sup>
51	Depreciación de equipamiento e instalaciones	\$
52	Arrendamiento de equipamiento y servicios	\$
53	Contribución Fiscal	\$

## 2. Segunda ronda

En esta ronda, se sometieron 53 indicadores al proceso de selección. Primeramente, se obtuvieron las tablas de frecuencia absoluta, luego la tabla de frecuencia acumulada y más adelante la tabla de frecuencia relativa (Anexo 4).

Las categorías evaluativas empleadas fueron, en orden descendente: muy adecuado (MA), bastante adecuado (BA), adecuado (A), poco adecuado (PA) e inadecuado (I). De esta manera se seleccionaron los 28 indicadores que pasaron a la tercera ronda y se eliminaron los que recibieron menor apoyo de los expertos.

Se eliminó la última columna porque se trata de cinco categorías y se requieren cuatro puntos de corte (anexo 4.1) y se compararon los resultados obtenidos en cada uno de los ítems que se consultaron, con los respectivos puntos de cortes, para llegar a conclusiones sobre la categoría en que los expertos coincidieron en ubicar los ítems sometidos a su criterio (anexo 4.2).

Tabla 3.7 Relación de los indicadores económicos seleccionados por los expertos

<b>No.</b>	<b>Indicadores</b>	<b>X</b>
	<b>Costo Directos</b>	
<b>1</b>	Costo de la barrenación y voladuras	\$/m <sup>3</sup>
<b>2</b>	Costo por metro cúbico	\$/m <sup>3</sup>
<b>3</b>	Pérdidas	\$
<b>4</b>	Consumo de combustible	l/m <sup>3</sup>
<b>5</b>	Consumo de electricidad	\$/kW
<b>6</b>	Costo de mantenimiento de la planta	\$
<b>7</b>	Costo de mantenimiento de las máquinas	\$
<b>8</b>	Costo de producción	\$/m <sup>3</sup>
<b>9</b>	Costo por peso de la Producción	\$\$
<b>10</b>	Costo por peso de la Producción Mercantil	\$\$
<b>11</b>	Costo por peso de Materiales	\$\$
<b>12</b>	Costo de salario	\$
<b>13</b>	Gastos de salario por peso de producción	\$\$
<b>14</b>	Costo de otras Fuerzas de Trabajo	\$
<b>15</b>	Productividad del trabajo	\$/h
<b>16</b>	Promedio de Trabajadores	h/Hombre
<b>17</b>	Número de trabajadores	u
<b>18</b>	Fondo de salario	\$
<b>19</b>	Rentabilidad	\$
<b>20</b>	Ventas netas	\$
<b>21</b>	Precio de venta	\$
<b>22</b>	Producción anual	m <sup>3</sup> /año
<b>23</b>	Consumo de agua	l/m <sup>3</sup>
<b>24</b>	Consumo de materia prima	t/m <sup>3</sup>
<b>25</b>	Consumo de explosivo	kg/m <sup>3</sup>

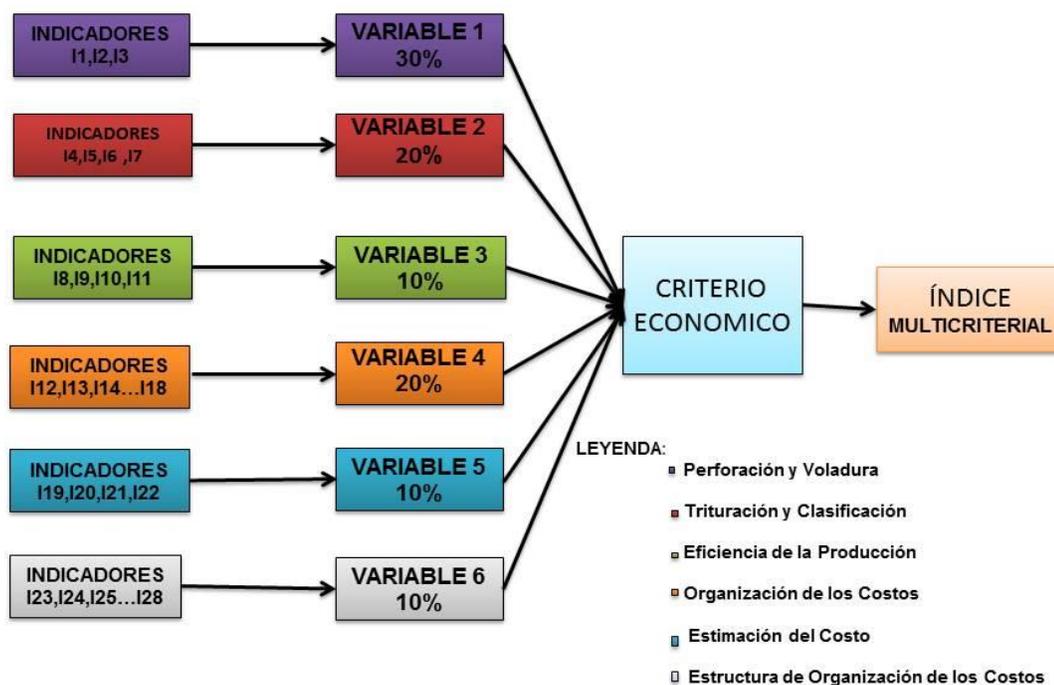
26	Consumibles en la extracción y tratamiento de recursos minerales	(C)
27	Porcentaje de mano de obra procedente de las comunidades locales	%
28	Gastos financieros de créditos a cortos plazo	\$

### 3.3.4 Evaluación de los indicadores a través del Método Multicriterio

Para la evaluación de los indicadores de la empresa de materiales de la construcción atendiendo sus objetivos se realiza un índice sumatorio ponderado que permite priorizar las variables utilizando un conjunto de criterios complementarios (Índice Multicriterio). (CEPAL, 2017)

Para calcular el valor del Índice Multicriterio (IM), en la IMC, se utilizó la fórmula (3) capítulo 2.

Cada criterio (C<sub>j</sub>) incluido en el IM es un subíndice que agrupa variables e indicadores, con una estructura como la que se observa en la siguiente figura 3.1



Para la evaluación de las variables económicas referidas en la gráfica se hace necesario por cada una de ellas darle un valor porcentual para así demostrar cual es la que mayor prioridad alcanza a través del método multicriterial, por parte de los

criterios emitidos por cada uno de los expertos. Siendo la variable 1 con mayor porcentaje e importancia para esta evaluación.

### 3.3.5 Criterios (cj) que conforman el índice

Los criterios mínimos son:

Económico: costos totales, eficiencia, beneficios, costo de rehabilitación, costo de producción, costo de barrenación y voladura, costo de mano de obra.

Si utilizan sólo los criterios mínimos, el IM queda determinado por:

$$IM = \sum \frac{p_{v1} + p_{v2} + p_{v3} + p_{v4} + p_{v5} + p_{v6}}{r} * 100 \quad (8)$$

Donde,

$E_p$  = puntaje del criterio económico (Variable económica E)

$p_{v1}, p_{v2}, p_{v3}, p_{v4}, p_{v5}$  y  $p_{v6}$  = peso de cada uno de los criterios ( con valores entre 0 y 1, tal que  $p_{v1} + p_{v2} + p_{v3} + p_{v4} + p_{v5} + p_{v6} = 1$ ).

r = rango de la escala de puntajes de los criterios.

Por tanto:

$$IM = \sum \frac{p_{v1} + p_{v2} + p_{v3} + p_{v4} + p_{v5} + p_{v6}}{r} * 100$$

$$IM = \sum \frac{0.30 + 0.20 + 0.10 + 0.20 + 0.10 + 0.10}{1} * 100$$

$$IM = \sum \frac{1}{1} * 100$$

$$IM = 100\%$$

### 3.3.6 Importancia que tiene cada criterio en el índice. (Método Multi-criterio)

A partir de cada una de las opiniones de los expertos se construye la matriz de jerarquización de criterios que se presenta en la tabla 3.8

Los pesos relativos (p) son la resultante de:

$$\text{Total de la Tabla} = n * [(x_n - 1) + (x_n - 2) + (x_n - 3) + \dots + (x_n - x_{n-1})]$$

Dónde: n: es la cantidad de expertos y

$x_n$ : cantidad de criterios

$$\begin{aligned} \text{Total, de la Tabla} &= [10^* (6-1) + (6-2) + (6-3) + (6-4) + (6-5)] \\ &= [10^* (5+ 4+ 3+ 2+1)] \\ &= [10^* (15)] \\ &= 150 \end{aligned}$$

Total de la Tabla se calcula para buscar el peso (p) para cada una de las variables.

$p = \text{Puntaje de los expertos de la tabla} / \text{Total de criterios}$

$$45/150 = 0.30$$

$$26/150 = 0.17$$

$$21/150 = 0.14$$

$$23/150 = 0.15$$

$$19/150 = 0.13$$

$$16/150 = 0.11$$

Tabla 3.8. Matriz de jerarquización de criterios

Criterios (Variables)	Perforación Y Voladura	Trituración y Clasificación	Eficiencia de la Producción	Organización de los Costos	Estimación del Costo	Estructura y Organización de los Costos	Total	Peso
Perforación y Voladura	-	10	10	10	10	5	45	0.30
Trituración y Clasificación	0	-	5	6	7	8	26	0.17
Eficiencia de la Producción	0	5	-	5	5	6	21	0.14
Organización de Los Costos	0	4	5	-	6	8	23	0.15
Estimación del Costo	0	3	5	4	-	7	19	0.13
Estructura y Organización de los Costos	5	2	4	2	3	-	16	0.11
<b>Total</b>							<b>150</b>	<b>1.00</b>

La importancia de cada criterio en el índice se determinó a través de la matriz cuadrada con todas las variables mencionadas en la tabla 3.8, en esta se exponen los criterios de cada experto para conocer la importancia que cada uno de ellos le dan a cada uno de las variables del 1 al 10, representando esto el número de expertos, lo que indica el nivel de importancia que le otorgan los expertos a una variable con respecto a las otras. La variable Perforación y Voladura fue la que mayor peso alcanzó lo que significa que fue la que mayor puntuación obtuvo por parte de los expertos.

### 3.3.7 Definición y ponderación de cada una de las variables que integran cada criterio

Para definir y ponderar cada una de las variables es preciso tener en cuenta como se identifican, definen y ponderan cada una de ellas que le aportan sentido analítico a cada criterio.

Cada una de ellas aporta un aspecto relevante y complementario, con distinto peso específico. Teniendo en cuenta que cada criterio e IM, están compuestos por un índice ponderado de las variables que lo integran. Esta se define por la siguiente Fórmula 5

### 3.3.8 Caracterización de los indicadores económicos para la evaluación del desempeño de canteras de materiales de construcción

La caracterización de cada indicador se realizó tomando en cuenta los criterios recomendados por Martínez (2009). Tabla 3.9.

Tabla 3.9 Importancia de cada variable por indicador económico (tomado de Martínez, 2009)

Variables	Indicadores
Perforación y Voladura	Costo de Barrenación y Voladura Costo por m <sup>3</sup> Pérdidas
Trituración y clasificación	Consumo de Combustible Consumo de Electricidad Costo de Mantenimiento de la planta Costo de Mantenimiento de las maquinas
Eficiencia de la	Costo de producción Costo por peso de producción Costo por peso de producción mercantil

<b>Producción</b>	Costo por peso de Materiales
<b>Organización de los Costos</b>	Costo de Salario Gasto de Salario Costos de otras Fuerzas de trabajo Productividad del Trabajo Promedio de trabajadores Número de trabajadores Fondo de Salario
<b>Estimación del Costo</b>	Rentabilidad Ventas netas Precio de ventas Producción anual
<b>Estructura y Organización de los Costos</b>	Consumo de agua Consumo de materia prima Consumo de explosivo Consumibles en la extracción Porcentaje de Mano de Obra Costos financieros de créditos

1. Perforación y Voladura: esta variable es un documento que se presenta anualmente a la dirección de la empresa con la planificación de la misma. Tiene por objetivo justificar la cantidad de explosivo necesario para poder arrancar en cantera el volumen de árido previsto, que posteriormente será transportado hacia las plantas de trituración y clasificación. Donde incluye:

- El volumen previsto de arranque.
- Número de voladuras de arranque.
- Estudio de vibraciones. Carga instantánea adoptada, y carga máxima corregida permitida.
- Tipo de explosivos y accesorios.
- Parámetros de la voladura tipo: esquema de perforación, geometría de la voladura, configuración de cargas y distribución de explosivos en barrenos.
- Sistema de encendido, iniciación y cebado de cargas. Tiempos de retardo y secuencia de encendido. Consumo específico (CE).
- Presupuesto.

2. Trituración y clasificación: La variable de trituración y clasificación representa la última etapa del proceso de obtención del árido, en la que se reduce el tamaño de la cantera en sucesivas fases y se clasifica en función de su uso final, cumpliendo los criterios del CE.

Es absurdo pensar que una planta de trituración, o cualquier máquina, pueda desarrollar su actividad durante 24 horas al día, 30 días al mes y 12 meses al año. Si se calculase la producción fijando estos parámetros resultaría un valor máximo que puede aportar una instalación, pero lógicamente irreal e inalcanzable. Hay que considerar roturas, mantenimiento de instalaciones y equipos, imprevistos, etc. Razón por la que la producción máxima en cada cantera, se ha adaptado a unas circunstancias horarias de producción razonables. Los horarios se ajustan en función del tipo de máquina y de la parte de la semana en la que se desarrollan los trabajos.

3. Eficiencia de la Producción: esta variable permite lograr que la empresa trabaje con la mayor eficiencia tecnológica y administrativa. Permite saber si está aprovechando al máximo los recursos disponibles para el fin comercial o si, por el contrario, si está por debajo de las posibilidades.
4. Organización de los Costos: esta variable se determina a partir del esfuerzo físico, el salario de los trabajadores que están directamente a la producción.
5. Estimación del Costo: esta variable permite minimizar los gastos y para maximizar los ingresos en la empresa, o sea que le permita a la misma tener rentabilidad económica. El departamento técnico de la empresa tiene que disponer de las herramientas que le permitan conocer cómo se originan los gastos, para adoptar las medidas de control y optimización más adecuados y eficaces. No se trata de gastar poco, sino de conseguir una mejor relación entre el gasto y el ingreso, optimizando las inversiones y los sistemas productivos.
6. Estructura y Organización de los Costos: se incluyen todos los costos directos en indirectos a la producción.

Para el cálculo del peso ( $p_{ij}$ ) de cada variable en cada criterio se utiliza el mismo procedimiento que para la definición de la importancia de los criterios ( $p_j$ )

A continuación, se presentan las Matrices de Jerarquización de variables

Para evaluar las variables con respecto a cada indicador económico, se elaboraron las Tablas de Matriz de jerarquización, donde se refleja la importancia de cada uno de los indicadores que aporta el criterio de cada experto.

En el caso de la variable Perforación y voladura, el indicador con mayor grado de importancia según criterio de expertos fue el de Costo por m<sup>3</sup>, donde este alcanzó el 37% de importancia, con respecto a los otros dos indicadores en este caso Perforación y Voladura y Pérdidas donde alcanzaron un 33% de importancia respectivamente. Ver Tabla 3.10

Tabla 3.10 Matrices de jerarquización de la variable Perforación y Voladura

<b>Perforación y voladura</b>	<b>Costo de Barrenación y Voladura</b>	<b>Costo de m<sup>3</sup></b>	<b>Perdidas</b>	<b>Total</b>	<b>Peso</b>
Costo de Barrenación y Voladura	-	5	5	10	0.33
Costo de m <sup>3</sup>	5	-	6	11	0.37
Pérdidas	5	4	-	9	0.30
<b>Total</b>				<b>30</b>	<b>1.00</b>

La variable de Trituración y clasificación, representa cuatro indicadores económicos, donde la representatividad de tres indicadores que, sometidos a criterios de expertos, alcanzan el mayor nivel de importancia obteniendo un 28% a nivel de criterios, siendo estas el Consumo de Combustibles, Consumo de Electricidad y Consumo de mantenimiento de las maquinarias. Ver Tabla 3.11.

Tabla 3.11 Matrices de jerarquización de la variable Trituración y clasificación.

<b>Trituración y clasificación</b>	<b>Consumo de Combustible</b>	<b>Consumo de Electricidad</b>	<b>Costo de mantenimiento de la planta</b>	<b>Costo de mantenimiento de las maquinas</b>	<b>Total</b>	<b>Peso</b>
Consumo de Combustible	-	6	7	2	15	0.25
Consumo de Electricidad	4	-	5	8	17	0.28
Costo de mantenimiento de la planta	3	5	-	5	13	0.22
Costo de mantenimiento de las maquinas	8	2	5	-	15	0.25
<b>Total</b>					<b>60</b>	<b>1.00</b>

La variable de Eficiencia de la Producción, representa cuatro indicadores económicos, que permiten una eficiencia tecnológica y administrativa donde se destaca

con más alto nivel porcentual de importancia el Costo de la Producción, con un 40% por encima de los Costo por peso de Producción y los Costos por peso de Producción mercantil. Ver Tabla 3.12.

Tabla 3.12 Matrices de jerarquización de la variable Eficiencia de la Producción

<b>Eficiencia de la Producción</b>	Costo de producción	Costo por peso de producción	Costo por peso de producción mercantil	Costo por peso de materiales	Total	Peso
Costo de producción	-	10	5	9	24	0.40
Costo por peso de producción	0	-	8	5	13	0.22
Costo por peso de producción mercantil	5	2	-	4	11	0.18
Costo por peso de materiales	1	5	6	-	12	0.20
<b>Total</b>					60	1.00

La variable Organización de los Costos representa un total de siete indicadores donde se determina a partir del esfuerzo físico, el salario de los trabajadores que están directamente a la producción, tomando mayor importancia los indicadores que representan el Número de trabajadores, Costo de Salario y los Gastos sujetos a este Salario de los trabajadores que están directamente a la producción representando un 20% cada uno. Ver Tabla 3.13

Tabla 3.13 Matrices de jerarquización de la variable Organización de los Costos.

<b>Organización de los Costos</b>	Costo de Salario	Gasto de Salario	Costos de otras Fuerzas de Trabajo	Productividad del trabajo	Promedio de trabajadores	Número de trabajadores	Fondo de Salario	Total	Peso
Costo de Salario	-	9	10	10	4	10	10	53	0.25
Gasto de Salario	1	-	6	8	6	8	9	38	0.18
Costos de otras Fuerzas de Trabajo	0	4	-	5	5	5	6	25	0.12
Productividad del trabajo	0	2	5	-	6	5	9	27	0.13
Promedio de trabajadores	6	4	5	4	-	0	8	27	0.13

Número de trabajadores	0	2	5	5	10	-	10	32	0.15
Fondo de Salario	0	1	4	1	2	0	-	8	0.04
Total								210	1.00

La variable Estimación del Costo, representa un total de cuatro indicadores, en el cual se trabaja para minimizar los gastos y maximizar los ingresos en la empresa, o sea que le permita a la misma tener rentabilidad económica, por lo tanto, los tres indicadores que obtuvieron mayor nivel de importancia por parte de los criterios obtenidos por los expertos fueron la Rentabilidad con un 27%, las Ventas Netas y el Precio de la Venta efectuada representándose en un 30%. Ver Tabla 3.14

Tabla 3.14 Matrices de jerarquización de la variable Estimación del Costo.

Estimación del Costo	Rentabilidad	Ventas netas	Precio de ventas	Plan anual	Total	Peso
Rentabilidad	-	6	5	5	16	0.27
Ventas netas	4	-	5	9	18	0.30
Precio de ventas	5	5	-	8	18	0.30
Plan anual	5	1	2	-	8	0.13
Total					60	1.00

La variable Estructura y Organización de los Costos, representa un total de seis indicadores económicos, donde los indicadores Costo de la Materia Prima y los Costos indirectos que van dirigidos a créditos financieros de la Industria obtuvieron un nivel de importancia de 20 y 30 % respectivamente, en esta variable se priorizan todos los Costos indirectos a la producción. Ver Tabla 3.15

Tabla 3.15 Matrices de jerarquización de la variable Estructura y Organización de los Costos

Estructura y Organización de los Costos	Consumo de agua	Consumo de materia prima	Consumo de explosivo	Consumibles en la extracción	Porcentaje de Mano de Obra	(Costos indirectos) Costos financieros de crédito	Total	Peso
Consumo de agua	-	5	5	8	0	0	18	0.12
Consumo de materia prima	5	-	5	8	7	0	25	0.17
Consumo de	5	5	-	5	5	2	22	0.15

explosivo									
Consumibles en la extracción	2	2	5	-	2	3	14	0.09	
Porcentaje de Mano de Obra	10	3	5	8	-	6	32	0.21	
(Costos indirectos) Costos financieros de crédito	10	10	8	7	4	-	39	0.26	
Total							150	1.00	

### 3.3.9 Operacionalización de las variables a través de indicadores

Para la puntuación de las variables a través de los indicadores se utilizó la alternativa dos Ordinal. Dónde, los valores de los indicadores ( $I_{ijk}$ ) pueden asumir valores dentro del rango  $r_{ij}$ . Con los procedimientos y fórmulas indicados, el rango de puntaje del IM es 100 puntos, con valor mínimo 0 y máximo 100. En el caso de esta tabla que se presenta a continuación se le da un puntaje por cada indicador económico desde 1 valor mínimo hasta 28 valor máximo, donde cada uno de ellos toma el valor min o máx., que le otorgue el experto, la que más importancia a su entender, tiene un indicador con respecto a otro. Ver Tabla 3.16

Tabla 3.16. Puntaje de criterios por cada indicador según expertos

Indicadores	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Total	Puntaje
1	28	27	27	28	26	28	28	28	28	28	276	6.79802956
2	27	23	23	27	27	27	25	26	26	26	257	6.33004926
3	10	22	22	26	23	26	26	25	24	25	229	5.64039409
4	25	25	25	25	22	25	24	24	25	23	243	5.98522167
5	24	26	26	23	20	24	23	23	22	24	235	5.78817734
6	26	24	24	24	11	23	22	20	23	22	219	5.39408867
7	23	5	5	22	10	22	21	21	21	20	170	4.18719212
8	22	28	28	21	9	21	20	22	20	21	212	5.22167488
9	21	20	20	20	8	20	19	17	18	19	182	4.48275862
10	20	21	21	19	21	19	17	19	17	18	192	4.72906404
11	19	17	17	18	19	18	18	18	19	17	180	4.43349754
12	17	6	6	17	18	17	16	14	15	16	142	3.49753695
13	15	2	2	15	17	16	15	16	13	14	125	3.07881773
14	14	15	15	16	15	15	13	15	14	15	147	3.62068966
15	12	12	12	14	16	14	14	10	10	9	123	3.02955665
16	6	1	1	13	14	13	12	7	8	8	83	2.04433498
17	5	8	8	9	13	12	11	12	11	13	102	2.51231527
18	4	18	18	8	28	11	10	27	27	27	178	4.38423645
19	3	16	16	7	25	10	9	13	12	12	123	3.02955665
20	2	3	3	6	24	9	7	9	3	4	70	1.72413793
21	1	4	4	5	1	8	8	5	5	6	47	1.15763547
22	8	19	19	4	2	7	6	4	6	7	82	2.01970443

23	9	14	14	3	3	6	5	3	7	11	75	1.84729064
24	7	13	13	10	4	5	4	2	16	2	76	1.87192118
25	11	11	11	1	5	4	3	1	9	1	57	1.40394089
26	13	7	7	2	6	3	2	6	4	5	55	1.3546798
27	16	9	9	11	7	2	1	8	2	3	68	1.67487685
28	18	10	10	12	12	1	27	11	1	10	112	2.75862069
Total	406	406	406	406	406	406	406	406	406	406	4060	

Para saber cuánto aportan estos puntajes al cálculo total de las variables, se multiplica cada uno por el peso ( $p_{ij}$ ) de cada variable en el criterio correspondiente y luego por la ponderación ( $p_j$ ) de éste en el IM. Considerando los puntajes indicados y los que recibió el proyecto en los demás indicadores y variables, se obtiene la tabla 3.17

Tabla 3.17. Puntajes, peso y ponderación de cada una de las variables por indicador.

Criterios (Variables)	Indicadores económicos	Puntaje	$p_{ij}$	$P_j$	Total
Perforación y Voladura	Costo de Barrenación y Voladura	6.79802956	0.30	0.30	61.20
	Costo por m <sup>3</sup>	6.33004926	0.40	0.30	75.96
	Pérdidas	5.64039409	0.30	0.30	50.76
Trituración y clasificación	Consumo de Combustible	5.98522167	0.28	0.20	33.50
	Consumo de Electricidad	5.78817734	0.28	0.20	32.36
	Costo de Mantenimiento de la planta	5.39408867	0.20	0.20	21.56
	Costo de Mantenimiento de las maquinas	4.18719212	0.28	0.20	23.40
Eficiencia de la Producción	Costo de producción	5.22167488	0.40	0.10	20.88
	Costo por peso de producción	4.48275862	0.20	0.10	8.96
	Costo por peso de producción mercantil	4.72906404	0.20	0.10	9.44
	Costo por peso de Materiales	4.43349754	0.20	0.10	8.86
Organización de los Costos	Costo de Salario	3.49753695	0.20	0.20	15.76
	Gasto de Salario	3.07881773	0.20	0.20	12.31
	Costos de otras Fuerzas de trabajo	3.62068966	0.10	0.20	7.24
	Productividad del Trabajo	3.02955665	0.10	0.20	6.058
	Promedio de trabajadores	2.04433498	0.10	0.20	4.08
	Número de trabajadores	2.51231527	0.20	0.20	10.04
	Fondo de Salario	4.38423645	0.10	0.20	8.76
Estimación del Costo	Rentabilidad	3.02955665	0.30	0.10	9.087
	Ventas netas	1.72413793	0.30	0.10	5.172
	Precio de ventas	1.15763547	0.30	0.10	3.471
	Producción anual	2.01970443	0.10	0.10	2.019
Estructura y Organización de los	Consumo de agua	1.84729064	0.10	0.10	3.866
	Consumo de materia prima	1.87192118	0.20	0.10	3.74
	Consumo de explosivo	1.40394089	0.10	0.10	1.403

<b>Costos</b>	Consumibles en la extracción	1.3546798	0.10	0.10	1.354
	Porcentaje de Mano de Obra	1.67487685	0.20	0.10	3.348
	(Costos indirectos) Costos financieros de créditos	2.75862069	0.30	0.10	7.734

Para la evaluación las variables económicas se consideran los 28 indicadores resultantes a partir de los 47 que se presentaron a criterio de expertos. Para cada variable a continuación se presenta el puntaje porcentual de cada uno de los indicadores con respecto a la variable. Ver Tabla 3.18

Tabla 3.18. Puntajes de las variables por rondas repetidas

<b>Variables</b>	<b>Total de indicadores (1<sup>ra</sup> Ronda)</b>	<b>Total de indicadores (2<sup>da</sup> Ronda)</b>	<b>Por ciento (%)</b>
<b>Perforación y Voladura</b>	7	3	42.86
<b>Trituración y clasificación</b>	5	4	80.00
<b>Eficiencia de la producción</b>	7	4	57.14
<b>Organización de los Costos</b>	8	7	87.50
<b>Estimación del Costo</b>	4	4	100.0
<b>Estructura y Organización de los Costos</b>	10	6	60.00

Perforación y Voladura: para esta variable con respecto a cada indicador de siete propuestos solo fueron escogidos tres según criterio de cada experto lo que representa un 42%. Representando Costo de Barrenación, Pérdidas y Costo por m<sup>3</sup>, los más importantes para evaluar esta variable, siendo esta la que más importante.

Trituración y clasificación: esta variable de cinco indicadores quedó después de la tercera ronda en cuatro indicadores lo que representa un 80%.

Eficiencia de la producción: en esta variable de siete indicadores económicos quedaron solo cuatro sometidos a criterio de expertos lo que representa un 57 % del total de ellos.

Organización de los Costos: para un total de ocho indicadores quedaron siete lo que representa un 87.5%.

Estimación del Costo: para un total de 4 indicadores sometidos a criterio de expertos se mantuvieron los 4 indicadores representado 100% total.

Estructura y Organización de los Costos: en esta variable para un total de 10 indicadores quedaron solo 6 de ellos, representando un 60% del total.

### **Conclusiones del capítulo**

En el capítulo se hace referencia a la determinación de los indicadores y variables económicos más importantes, donde los indicadores:

- Costo por m<sup>3</sup>,
- Costo de Barrenación y Voladura,
- Consumo de Combustible,
- Consumo de Electricidad,
- Consumo de mantenimiento de las maquinarias,
- Costo de producción,
- Costo de salario,
- Gasto de Salario,
- Rentabilidad,
- Ventas netas,
- Precio de la Venta,
- Costos Financieros de Créditos
- Costos de materias primas

Las variables con mayor importancia sometidos a criterios de expertos fueron:

- ✓ Perforación y Voladura,
- ✓ Trituración y Clasificación,
- ✓ Estimación del Costo y
- ✓ Eficiencia de la producción

## CONCLUSIONES

Al finalizar la evaluación de los indicadores económicos de las empresas extractivas de materiales de la construcción y a partir de los resultados obtenidos durante y finalizada la investigación se plantean las siguientes conclusiones.

1. Se logró caracterizar la empresa extractiva de Materiales de la Construcción.
2. Se logró analizar los indicadores actuales de desempeño de las canteras de materiales de construcción en Cuba.
3. Se determinó el sistema de indicadores económicos para la evaluación integral del desempeño de canteras de materiales de construcción de Cuba a través de criterio de expertos.
4. Se aplicó criterio de expertos para la selección preliminar de 28 indicadores económicos para la evaluación de desempeño de la empresa Materiales de la Construcción.
5. El análisis Multicriterio AHP para la determinación de los indicadores económicos de desempeño de las canteras permitió jerarquizar la importancia de las variables y cada uno de los indicadores económicos.
6. Se aplicaron los indicadores en un caso de estudio.

## **RECOMENDACIONES**

- Continuar las investigaciones para la determinación de otros tipos de indicadores de sostenibilidad para la industria extractiva de materiales para la construcción.

## BIBLIOGRAFÍA

- ABDALA, CAPDESUÑER E., ULLOA CARCASES, M. GONZALEZ MARTIN, (2018) *Indicadores económicos para evaluar la empresa Materiales de la Construcción “Médano”*. Holguín. Instituto Superior Minero Metalúrgico.
- ABELLA, R. (2011). *Análisis de los indicadores de Eficiencia Económica en la Empresa “Cmte. Ernesto Che Guevara”*. Trabajo de Diploma en opción al título de contabilidad y finanzas. Instituto Superior Minero Metalúrgico de Moa.
- ASAMBLEA GENERAL DE LAS NACIONES UNIDAS CEPAL). (2015). *Comisión Económica para América Latina y el Caribe (Agenda 2030 y los objetivos de Desarrollo Sostenible*.
- AZAPAGIC, A. (1988). *Indicators of sustainable development for the minerals extraction industry: Environmental considerations*. En technological challenges posed by sustainable development: the mineral extraction industries. Madrid: CYTED/IMACC/Unido.
- AZNAR BELIEVES, J. GUIJARRO MARTINEZ, F. (2012) *Nuevos métodos de valoración. Modelo Multicriterio.2<sup>da</sup> Edición*. Editorial Universidad Politéc Valencia.
- BERNAL ROMERO, S (2018) *Modelo Multicriterio aplicado a la toma de decisiones representables en Diagramas de Ishikawa*. Trabajo de grado presentado como requisito para el título de Ingeniero Industrial. Universidad distrital Francisco José de Caldas. Facultad de Ingeniería Proyecto Curricular de Ingeniería Industrial. Bogotá D.C.
- CABALÉ MIRANDA, E (2017). *Sustainable Development in Construction Activity*. Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales.
- CCE. (2001). *Propuesta de Decisión del Parlamento Europeo y del Consejo por la que se establece el programa Comunitario de Acción en materia de*

*Medio Ambiente para el 2001 – 2010. Comisión de las Comunidades Europeas, COM (2001) 31 Final. 2001/0029 (COD). Bruselas.*

COMITÉ CENTRAL DEL PCC. (2017). *Lineamientos de la Política Económica y Social del Partido y la Revolución para el período 2021-2026. Gaceta Oficial de la República de Cuba.*

CUBA, LEY NO. 76, Ley de Minas. (1995). Gaceta Oficial de la República de Cuba.

CUBA, LEY NO. 81, Ley de Medio Ambiente. (1997). Gaceta Oficial de la República de Cuba.

CUBA. MINISTERIO DE CIENCIA, TECNOLOGÍA Y MEDIO AMBIENTE (CIT-MA). Estrategia Ambiental Nacional, (EAN). República de Cuba, 16 dic 2021.

DIAZ DUQUE, J. A (2015). *La Dimensión de la Sostenibilidad en la Enseñanza de la Ingenierías en Cuba. Foro de Educación, 13(19), 241-262. (CUJAE).*

EXPLOMAT. (2010). *Análisis de los principales indicadores en la explotación de yacimientos y la incidencia de Explomat: Barrenación. [Presentación en Power Point].*

FERNÁNDEZ, A. & LÓPEZ; A. (2013). *Validación mediante método Delphi de un sistema de indicadores para prever diseñar y medir el impacto sobre el desarrollo local de los proyectos de investigación en el sector agropecuario. Revista Ciencias Técnicas Agropecuaria.*

GACETA OFICIAL DE LA REPUBLICA DE CUBA. (1997) *EDICIÓN EXTRAORDINARIA, LA HABANA No.7/97.ASAMBLEA NACIONAL DEL PODER POPULAR. Ley 81 DEL MEDIO AMBIENTE. Pág. 47*

GONZALEZ ORTIZ, M. (2012) *El enfoque multidimensional del desarrollo sostenible. Una reflexión necesaria. Revista Santiago. NÚM 130. ISSN:2227-6615, Universidad de Oriente.*

- GONZÁLEZ OLIVA, M, ULLOA CARCASÉS. M, GONZÁLEZ MARTÍN, D. (2019) *Indicadores económicos para evaluar la empresa Materiales de la Construcción "Cantera Habana" Instituto Superior Minero Metalúrgico.*
- GONZÁLEZ OLIVA, M, GONZÁLEZ MARTÍN, D. (2020) *Evaluación de las canteras de materiales de la construcción de la empresa Habana a través de indicadores económicos. Ciencia & Futuro, V.9 No.4.*
- GORDILLO, M., (2002) *Sustainability Indicators, "Vertical and Horizontal linkages in the Context of Indicators of Sustainable Development"*.
- GUERRERO, A. D. & R. BLANCO TORRENS. (2003). La conversación del patrimonio geológico y minero como medio para alcanzar el desarrollo sostenible. *Minería y Geología.*
- GUERRERO ALMEIDA, D, (2003). *Sistema de indicadores mineros para la explotación sostenible de los yacimientos minerales. Tesis presentada en opción al título de Doctor en Ciencias Técnicas.* Instituto Superior Minero Metalúrgico. Facultad de Geología y Minería.
- GUERRERO ALMEIDA, D. (2005). *Sistema de indicadores mineros para la explotación sostenible de los recursos minerales.* *Minería & Geología*, 21(2), 55.
- GUERRERO ALMEIDA, D., CHACÓN, Y., FONSECA, D. & COURT, M. (2014). *Metodología para la ejecución de un cierre de minas sustentable. Minería & Geología* 30(3)
- HAMILTON, J. (1994) *Time Series Analysis .pdf.* <https://es.scribd.com/> p. 363
- HURTADO, T. BRUNO, G. (sa) *El proceso de Análisis Jerárquico (AHP) como Herramienta para la Toma de Decisiones en la Selección de Proveedores. Capítulo III.*
- JOO NAGATA, J. ALVARADO PETERSON, V. (2013) *Evaluación multicriterio / multiobjetivo aplicada a datos sobre educación: una primera aproximación. Revista Educación y Tecnología, N°3.*

- LAGOS, G., BLANCO, H., TORRES, V. (2015) *Minería, Minerales y Desarrollo Sustentable en Chile*. Pontificia Universidad Católica de Chile y Centro de Investigación y Planificación del Medio Ambiente (Cipma), Santiago, Chile. Pág. 89
- LEGRÁ, L.A. & SILVA, D. O. (2007). *La investigación científica, Conceptos y reflexiones*. Habana: Félix Varela.
- LEGRÁ LOBAINA, A. A. Y SILVA, DIÉGUEZ. O, (2012). *Aplicación Informática para aplicar el Método de Expertos Delphi*. Manual de ayuda, Versión 1.0
- LINSTONE, H. A. & TUROFF, M. (1975) *The Delphi method: techniques and applications*. Reading, MA: Addison Wesley Publishing.
- MATA, B. (1996). *Las Bases de las Finanzas Empresariales*. La Habana, Cuba: Editorial Academia.
- MARTINEZ SEGURA, A. (2009). *Diagnostico tecnológico del sector de los áridos y su aplicación a la región de Murcia*. Tesis doctoral. Universidad Politécnica de Cartagena. [Consultado: enero 2016]. Disponible en <http://repositorio.upct.es/handle/10317/1343>
- MARTÍNEZ SILVA. (2012). *Explotación minera. Conferencia*. Moa: Instituto Superior Minero Metalúrgico.
- MARTÍNEZ, R. FERNANDEZ, A. (2017). *Análisis Multicriterio. Metodologías e instrumentos para la Formulación, evaluación y monitoreo de programa sociales. Gestión de Programas Sociales: del Diagnóstico a la Evaluación de Impactos*. (COMFAMA / CEPAL)
- MERNI, J. (2001). *Indicators and sustainability markers MMSSD. Proyecto Minería, Minerales y Desarrollo Sustentable*. [En línea]. Disponible en [www.iiied.org/mmsd](http://www.iiied.org/mmsd)
- MONTERO PEÑA, J. M. (2001). *Los Indicadores de Sustentabilidad en la Minería*. En Villas Bôas, R. & Beinhoff, C. (eds). *Indicadores de Sostenibilidad para la Industria Extractiva Mineral*. Minería y Geología, N°4. Cuba

- MONTERO PEÑA, J. M. (2002). *Los Indicadores de Sustentabilidad en la Minería*. En Villas Bôas, R. & Beinhoff, C. (eds). *Indicadores de Sostenibilidad para la Industria Extractiva Minera*. CNPq/CYTED, Rio de Janeiro.
- MONTERO PEÑA, J. M. (2006) *El desarrollo compensado como alternativa a la sustentabilidad en la minería (aprehensión ético-cultural)*. Tesis doctoral. Universidad de La Habana.
- MONTERO PEÑA, J. M. (2011) “*Realidad minera y sustentabilidad en la minería*”. Revista Futuros, (13). Disponible en: <http://www.revistafuturos.info>.
- MONTERO-MATOS, J. & OTAÑO-NOGEL, J. (2012). *Impacto socioeconómico y ambiental de la creación de un procedimiento para efectuar el cierre de canteras de materiales de construcción en Cuba*. Revista caribeña de las Ciencias Sociales: <http://www.eumed.net/rev/rccs/noviembre/canteras-materiales-construccion-cuba.html>. ISSN: 2254-7630.
- MONTERO MATOS, J. & OTAÑO NOGUEL, J. (2012). *Impacto socioeconómico y ambiental de la creación de un procedimiento para efectuar el cierre de canteras de materiales de construcción en Cuba*. Publicado en las memorias de la XXXIII Convención Panamericana de Ingeniería. UPADI/2012 ISBN 978-959-247-094-1.
- MONTERO-MATOS, J., RESTREPO-BAENA, O. J. & OTAÑO-NOGEL, (2017). *Cierre sostenible de canteras de materiales para la construcción en Cuba*. Minería & Geología, 33(4)
- MOTA LEMUS, Y.J. (2017). *Indicadores económicos para la evaluación de las canteras de materiales de la construcción*. Trabajo de Diploma. Instituto Superior Minero Metalúrgico.
- NUÑEZ. J. *DESARROLLO SUSTENTABLE: UN ANÁLISIS EMPÍRICO EN EL SECTOR FORESTAL CHILENO*. Disponible en <http://repositorio.uchile.cl/2250/128274>
- ONU (1987). *Informe Brundtland: Nuestro Futuro Común*.

- ONU (2015).“*Transformar nuestro mundo: la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible*”.<http://www.un.org/ga/search>
- ONU (2016) *Cartografía de la minería en relación con los Objetivos de Desarrollo Sostenible: un atlas*.
- OECD Organization for Economic Cooperation and Development. (1993). *Economic Survey: United State*: OECD iLibrary. Disponible en: <http://www.oecd.ilibrary.org/>
- OECD Organization for Economic Cooperation and Development. (2003) *Environmental indicators development, measurement and use*. Paris: OECD. Disponible en: <http://www.oecd.org/env>
- PARDO ABAD, C.J. (2014) *Indicadores de sostenibilidad Turística aplicadas al Patrimonio industrial y minero: evaluación de resultados en algunos casos estudios*. *Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles N°65*.
- PARTIDO COMUNISTA DE CUBA. (2021). “*lineamientos de la Política Económica y Social del Partido y la Revolución*”. En: *VI Congreso del Partido Comunista de Cuba*.
- PÉREZ C., M. 2005. *Contribución al control de la gestión en la cadena de suministros. Modelo y procesamiento en organizaciones distribuidoras*. Tesis en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Técnicas, Universidad Central de Santa Clara “marta Abreu” Villa Clara, Cuba.
- PÉREZ C., M.; VALDA.J.C. 2012. *El sistema de control de gestión. Conceptos básicos para su diseño*. [en línea] <http://jcvalda.wordpress.com/2012/12/20/el-sistema-de-gestion-conceptos-basicos-para-su-diseno-2/feed/>
- PORTUONDO PICHARDO, F. (1990) *Economía de Empresas Industriales*.2 vols.Vol.2, 1ra. reimp., Editorial Pueblo y Educación, La Habana

- REYNALDO-ARGÜELLES, C. L. 2012: *Metodología para el diseño de indicadores económicos-ambientales en la minería del níquel*. *Minería y Geología*, 28(2): 13-29.
- REPETTO, R. et. al. (1989). *National Resource Accounting*. Paper prepared for de Australian Env't. Council, March
- RICHARDS, J. (2002). *Sustainable Development and the Mineral Industry*. *Society of Economic Geologists Newsletter*, 48 (1), 8-12. *Necesidad impostergable*. [CD-ROM]. Matanzas: Universidad de Matanzas.
- RODRIGUEZ, MATEO, J.M. (1996) *Situación Medio Ambiental en Cuba y perspectiva de aplicación de los principios del Desarrollo sostenible*. *Estudios Geográficos*.57. (223). p 25–27.
- ROMERO FERNÁNDEZ, A. (1999) *Impacto Ambiental de la Industria de Materiales de la Construcción en las provincias de Holguín y Santiago de Cuba*. Tesis Doctoral. Centro de Información Científico Técnica. ISMMM. 137 p.
- SAATY THOMAS L., (1980) “*The Analytical Hierarchical Process*”, J. Wiley, New York.
- SAATY THOMAS L., (1990) “*How to Make a Decision,*” *European Journal of Operational Research*, 48:9- 26.
- SALAZAR PÉREZ, Y., MONTERO PEÑA, J. M., MARRERO MARRERO, M., ROMERO FERNÁNDEZ, A. (2014). *El cierre sustentable de las minas: necesidad impostergable*. [CD-ROM]. Matanzas: Universidad de Matanzas.
- SÁNCHEZ, M.E. y J. F. CÁRDENAS. (2002). *Lineamientos de ordenamiento ambiental territorial y la minería*. Caso de estudio Parque minero Mochuelo Bogotá, Colombia. *En la minería en el contexto de la ordenación del territorio*. *Estudio de Casos*. Río de Janeiro: CNPq/CYTED.
- SÁNCHEZ RIERA, A (2010). *Determinación del mejor uso en tejidos urbanos consolidados, a partir de un método multicriterio discreto*. *Universitat Politècnica de Catalunya Barcelonatech*. *Revista Científica de la UPC*,2010 - 06

SCHWARZ, M. (2007) *Inversión minera, conflictividad y pobreza regional en el Perú*. Universidad de Lima, Perú. *Revista Científica de la UCSA*, Vol. 5 N.º2 Agosto, 2018:45-54.

SCHWARZ, M. (2012) *Indicadores de gestión de proceso en la industria minera. Gestión de Operaciones y Proyectos Mineros*. [Blog]. Recuperado de <http://maxschwarz.blogspot.com/2012/10/indicadoresdegestiónde procesoenla industria minera>.

TOSKANO HURTADO, GÉRARD BRUNO. (2016). *El proceso de Análisis Jerárquico (AHP) como Herramienta para la Toma de Decisiones en la Selección de Proveedores*. Capítulo III. *Proceso de Análisis Jerárquico (AHP)*.

VALE, E. (2002). *Mining and Sustainable Development. The economic dimension in the selection of indicators*. En: *Indicators of Sustainability for the mineral extraction industry*. Rio de Janeiro: CNPq/ CYTED, 2002

VALDES, M. (2002). *Indicadores de sustentabilidad en la minería. Su materialización en Cuba*, *Revista Indicadores de Sostenibilidad para la Industria Extractiva Mineral, Brasil*. 18 (3).

VALLEJO, O. GUARDADO, R. (2000). *Propuesta de Indicadores Ambientales Sectoriales para el Territorio de Moa*. *Revista Minería y Geología* 17(3-4):33-37.

VADILLO, F.L. (2008). *Problemática ambiental de la minería de los áridos naturales*. *Tecno ambiente*. 13, pp.47-50

VILLAS BÔAS, R. & BEINHOFF, C. (2002). *Indicadores de Sostenibilidad para la Industria Extractiva Minera*. Rio de Janeiro: CNPq/CYTED, 564 p.

VILLAS BÔAS, R. & BEINHOFF, C. (2002). *Hacia indicadores de desarrollo sustentable para el Sector minero (1ra etapa)*. Chile: CNPq/CYTED, 564 p.

WATSON, R. (2008). *Situación actual de la explotación de yacimientos de materiales de la construcción Instituto Superior Minero Metalúrgico de Moa.*

YUNISCH, TELYE. (2017) *Indicadores económicos: Cobre, el sueldo de unos pocos. Chile.*

## ANEXOS

### ANEXO 1. ENCUESTA PARA DETERMINAR EL COEFICIENTE DE COMPETENCIA DEL EXPERTO

Nombre y apellidos: \_\_\_\_\_.

Institución a la que pertenece: \_\_\_\_\_.

Cargo actual: \_\_\_\_\_.

**Calificación profesional, grado científico o académico:**

Profesor: \_\_\_\_\_. Licenciado: \_\_\_\_\_. Especialista: \_\_\_\_\_. Master: \_\_\_\_\_.

Doctor: \_\_\_\_\_.

**Años de experiencia en el cargo:** \_\_\_\_\_.

**Años de experiencia docente y/o en la investigación:** \_\_\_\_\_.

Usted ha sido seleccionado como posible experto para ser consultado respecto al grado de relevancia de los indicadores que han sido utilizados por varios investigadores para la evaluación del desempeño económico de las canteras de materiales de construcción de Cuba. Necesitamos antes de realizarle la consulta correspondiente, como parte del método empírico de investigación "consulta a expertos", determinar su coeficiente de competencia en este tema, a los efectos de reforzar la validez del resultado de la consulta que realizaremos.

Por esta razón, le rogamos que responda las siguientes preguntas de la forma más objetiva posible.

**1.- Marque con una cruz (X), en la tabla siguiente, el valor que se corresponde con el grado de conocimiento que usted posee sobre el tema "Indicadores económicos para evaluar el desempeño sostenible de las Canteras materiales de construcción de Cuba."**

Considere que la escala que le presentamos es ascendente, es decir, el conocimiento sobre el tema referido va creciendo desde 1 hasta 10.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

**2.- Realice una autovaloración del grado de influencia que cada una de las fuentes que le presentamos a continuación ha tenido en su conocimiento y criterio sobre la “Indicadores económicos para evaluar el desempeño sostenible de las Canteras materiales de construcción de Cuba.”**

Para ello marque con una cruz (X), según corresponda, en A (alto), M (medio) o B (bajo).

Fuentes de argumentación	Grado de influencia de cada una de las fuentes		
	A (alto)	M (medio)	B (bajo)
Análisis teóricos realizados por usted			
Su experiencia obtenida			
Trabajo de autores nacionales			
Trabajo de autores extranjeros			
Su propio conocimiento del estado del problema en el extranjero			
Su intuición			

Valoramos altamente su colaboración y esperamos su confirmación de participación. Le rogamos que proponga otros especialistas que usted considere con potencialidad para participar en esta investigación.

**Muchas gracias**

## **ANEXO 2. CUESTIONARIO ENVIADO A LOS EXPERTOS**

Le estoy enviando un listado de variables para la evaluación económica de desempeño de una cantera de materiales de construcción que se utilizaran en la tesis de Maestría: Indicadores económicos para evaluar el desempeño sostenible de las Canteras materiales de construcción de Cuba.

- 1) Seleccione las variables que usted considera más importantes para la evaluación económica de las canteras de materiales de construcción. Marque con una cruz (X), en la tabla siguiente:**

<b>No.</b>	<b>Variables</b>	<b>x</b>
<b>1.</b>	<b>Perforación y Voladura</b>	
<b>2.</b>	<b>Trituración y clasificación</b>	
<b>3.</b>	<b>Eficiencia de la Producción</b>	
<b>4.</b>	<b>Costo de Mano de Obra</b>	
<b>5.</b>	<b>Restauración y Gabinete</b>	
<b>6.</b>	<b>Estimación del Costo</b>	
<b>7.</b>	<b>Costo de Operación</b>	

**Muchas gracias**

## ANEXO 2.1 CUESTIONARIO ENVIADO A LOS EXPERTOS

Le estoy enviando un listado de indicadores para la evaluación económica de desempeño de una cantera de materiales de construcción que se utilizaran en la tesis de Maestría: Indicadores económicos para evaluar la sostenibilidad de la Industria de Materiales de Construcción (IMC) de Cuba.

**1) Seleccione los indicadores que usted considera más importantes para la evaluación económica de las canteras de materiales de construcción. Marque con una cruz (X), en la tabla siguiente:**

No.	Variables	Indicadores	X
		<b>Costo Directos</b>	
1.	<b>Perforación y Voladura</b>	Costo de la barrenación y voladuras	
2.		Costo por metro cúbico	
3.		Red de barrenación	
4.		Capacidad de la planta de procesamiento	
5.		Recuperación en planta	
6.		Pérdidas	
7.		Dilución	
8.	<b>Trituración y clasificación</b>	Consumo de combustible	
9.		Consumo de electricidad	
10.		Costo de mantenimiento de la planta	
11.		Costo de mantenimiento de las máquinas	
12.		Costo de mantenimiento de los movil	
13.	<b>Eficiencia de la Producción</b>	Costo de producción	
14.		Costo por peso de la Producción	
15.		Producción Mercantil	
16.		Costo por peso de la Producción Mercantil	
17.		Producción bruta de la industria(PIB)	
18.		Costo por peso de la producción bruta	
19.		Costo por peso de Materiales	
20.	<b>Costo de Mano de Obra</b>	Costo de salario	
21.		Gastos de salario por peso de producción	
22.		Costo de otras Fuerzas de Trabajo	
23.		Costo por peso de Otras Fuerzas de trabajo	
24.		Productividad del trabajo	
25.		Promedio de Trabajadores	

26.		Número de trabajadores	
27.		Fondo de salario	
28.	<b>Restauración y Gabinete</b>	Costo de tratamiento adquisición	
29.		Costo de tratamiento mantenimiento	
30.		Costo de tratamiento de la energía	
31.		Costo de tratamiento de los combustibles	
32.		Costo de tratamiento de la mano obra	
33.		Costo de restauración de gabinete	
34.	<b>Estimación del Costo</b>	Rentabilidad	
35.		Ventas netas	
36.		Precio de venta	
37.		Producción anual	
38.	<b>Costo de Operación</b>	Porcentaje de bienes, materiales, y servicios adquiridos localmente	
39.		Consumo de agua	
40.		Consumo de materia prima	
41.		Consumo de explosivo	
42.		Consumibles en la extracción y tratamiento de recursos minerales	
43.		Porcentaje de mano de obra procedente de las comunidades locales	
44.		Inversión en infraestructura pública y su mantenimiento	
		<b>Costos Indirectos</b>	
45.		Gastos financieros de créditos a largo plazo	
46.		Gastos financieros de créditos a cortos plazo	
47.		Ayudas financieras de las Administraciones Públicas	

**Muchas gracias**

## **ANEXOS 2.2. Evaluación de la importancia de los indicadores sometidos al criterio de los expertos**

Le estoy enviando un listado de indicadores para la evaluación económica de desempeño de una cantera de materiales de construcción que se utilizaran en la tesis de Maestría: Indicadores económicos para evaluar la sostenibilidad de la Industria de Materiales de Construcción (IMC) de Cuba.

- 1) **Seleccione los indicadores que usted considera más importantes para la evaluación económica de las canteras de materiales de construcción. Marque con una cruz (X), en la tabla siguiente:**

<b>No.</b>	<b>Indicadores</b>	<b>X</b>
	<b>Costo Directos</b>	
1.	Costo de la barrenación y voladuras	
2.	Costo por metro cúbico	
3.	Pérdidas	
4.	Consumo de combustible	
5.	Consumo de electricidad	
6.	Costo de mantenimiento de la planta	
7.	Costo de mantenimiento de las máquinas	
8.	Costo de producción	
9.	Costo por peso de la Producción	
10.	Costo por peso de la Producción Mercantil	
11.	Costo por peso de Materiales	
12.	Costo de salario	
13.	Gastos de salario por peso de producción	
14.	Costo de otras Fuerzas de Trabajo	
15.	Productividad del trabajo	
16.	Promedio de Trabajadores	
17.	Número de trabajadores	
18.	Fondo de salario	
19.	Rentabilidad	
20.	Ventas netas	
21.	Precio de venta	
22.	Producción anual	
23.	Consumo de agua	

<b>24.</b>	Consumo de materia prima	
<b>25.</b>	Consumo de explosivo	
<b>26.</b>	Consumibles en la extracción y tratamiento de recursos minerales	
<b>27.</b>	Porcentaje de mano de obra procedente de las comunidades locales	
	<b>Costos Indirectos</b>	
<b>28.</b>	Gastos financieros de créditos a cortos plazo	

**Muchas gracias**

### ANEXO 3. CARACTERÍSTICAS TÉCNICO-PROFESIONAL DE LOS EXPERTOS

<b>Calificación profesional</b>			
<b>Centro de trabajo</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Descripción</b>	<b>Labor que realizan</b>
Centro docente nacional	4	ISMM	Docencia-investigación
Centro de investigación	1	Centro de investigaciones y desarrollo de la construcción (CIDC).	Investigación-producción
Producción y servicio	8	Empresa de servicios minero geológico (EXPLOMAT) de ciudad de la Habana y Santiago de Cuba, empresa de materiales de la construcción de Holguín.	Producción
Centro Extranjero	0		Docencia-Investigación
<b>Total</b>	<b>13</b>		
<b>Calificación profesional y académica</b>			
<b>Graduados universitarios</b>	<b>Especialidad de postgrado</b>	<b>Maestría</b>	<b>Doctor en Ciencias</b>
	<b>6</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
<b>Años de experiencia</b>			

**ANEXO 3.1 Tabla de características técnico-profesional de los expertos**

<b>Rangos</b>	<b>Docencia- investigación</b>	<b>Producción</b>	<b>Investigación- producción</b>
<b>1 – 5 años</b>			
<b>6 – 10 años</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	
<b>11 – 15 años</b>		<b>1</b>	
<b>16 – 20 años</b>	<b>1</b>		
<b>21 – 25 años</b>		<b>2</b>	
<b>Más de 26 años</b>	<b>1</b>	<b>4</b>	<b>1</b>
<b>Sub-Total</b>	<b>4</b>	<b>8</b>	<b>1</b>
<b>Total</b>	<b>13</b>		

## Anexo 4 Tabla de frecuencias.

Costo de barrenación y voladuras, \$/m <sup>3</sup>		fa	fac	fr	Costo por metro cúbico, \$/m <sup>3</sup>		fa	fac	fr	Red de barrenación, m <sup>3</sup>		fa	fac	fr
	MA	9	9	0,82		MA	8	8	0,73		MA	3	3	0,27
	BA	2	11	0,18		BA	3	11	0,27		BA	3	6	0,27
	A	0	11	0		A	0	11	0		A	2	8	0,18
	PA	0	11	0		PA	0	11	0		PA	2	10	0,18
	I	0	11	0		I	0	11	0		I	1	11	0,09
<b>Totales</b>		<b>11</b>		<b>1,00</b>	<b>Totales</b>		<b>11</b>		<b>1,00</b>	<b>Totales</b>		<b>11</b>		<b>1,00</b>
Consumo de combustible, l/m <sup>3</sup>	MA	8	8	0,73	Consumo de electricidad, \$ kW/m <sup>3</sup>	MA	9	9	0,82	Consumo de agua, l/m <sup>3</sup>	MA	2	2	0,18
	BA	2	10	0,18		BA	1	10	0,09		BA	3	5	0,27
	A	1	11	0,09		A	1	11	0,09		A	4	9	0,36
	PA	0	11	0		PA	0	11	-		PA	0	9	-
	I	0	11	0		I	0	11	-		I	2	11	0,18
	<b>Totales</b>		<b>11</b>			<b>1,00</b>	<b>Totales</b>		<b>11</b>			<b>1,00</b>	<b>Totales</b>	
Índice Consumo de materia prima ,t/m <sup>3</sup>	MA	8	8	0,73	Consumo de Explosivo, kg/m <sup>3</sup>	MA	2	2	0,18	Costo de producción , \$/m <sup>3</sup>	MA	10	10	0,91
	BA	1	9	0,09		BA	1	3	0,09		BA	1	11	0,09
	A	0	9	-		A	4	7	0,36		A	0	11	-
	PA	1	10	0,09		PA	3	10	0,27		PA	0	11	-
	I	1	11	0,09		I	1	11	0,09		I	0	11	-
	<b>Totales</b>		<b>11</b>			<b>1,00</b>	<b>Totales</b>		<b>11</b>			<b>1,00</b>	<b>Totales</b>	
Costo por peso de la Producción, \$/\$	MA	6	6	0,55	Producción Mercantil, \$/\$	MA	3	3	0,27	Costo por peso de la Producción Mercantil, \$/\$	MA	2	2	0,18
	BA	1	7	0,09		BA	2	5	0,18		BA	3	5	0,27
	A	1	8	0,09		A	4	9	0,36		A	4	9	0,36
	PA	2	10	0,18		PA	0	9	-		PA	2	11	0,18
	I	1	11	0,09		I	2	11	0,18		I	0	11	-
	<b>Totales</b>		<b>11</b>			<b>1,00</b>	<b>Totales</b>		<b>11</b>			<b>1,00</b>	<b>Totales</b>	
Producción bruta de la industria(PIB) , t	MA	2	2	0,18	Costo por peso de la producción bruta , \$/\$	MA	1	1	0,09	Costo por peso de Materiales , \$/\$	MA	3	3	0,27
	BA	2	4	0,18		BA	1	2	0,09		BA	3	6	0,27
	A	0	4	-		A	0	2	-		A	0	6	-
	PA	0	4	-		PA	7	9	0,64		PA	4	10	0,36
	I	7	11	0,64		I	2	11	0,18		I	1	11	0,09
	<b>Totales</b>		<b>11</b>			<b>1,00</b>	<b>Totales</b>		<b>11</b>			<b>1,00</b>	<b>Totales</b>	

Costo de salario , \$/		fa	fac	fr	Gastos de salario por peso de producción , \$/		fa	fac	fr	Costo de otras Fuerzas de Trabajo , \$		fa	fac	fr
	MA	9	9	0,82		MA	5	5	0,45		MA	9	9	0,82
	BA	2	11	0,18		BA	3	8	0,27		BA	1	10	0,09
	A	0	11	-		A	1	9	0,09		A	1	11	0,09
	PA	0	11	-		PA	2	11	0,18		PA	0	11	-
I	0	11	-	I	0	11	-	I	0	11	-			
<b>Totales</b>		<b>11</b>		<b>1,00</b>	<b>Totales</b>		<b>11</b>		<b>1,00</b>	<b>Totales</b>		<b>11</b>		<b>1,00</b>
Costo por peso de Otras Fuerzas de trabajo, \$	MA	4	4	0,36	Productividad del trabajo, \$/año	MA	2	2	0,18	Promedio de Trabajadores, horas	MA	2	2	0,18
	BA	5	9	0,45		BA	2	4	0,18		BA	2	4	0,18
	A	1	10	0,09		A	1	5	0,09		A	1	5	0,09
	PA	0	10	-		PA	4	9	0,36		PA	4	9	0,36
	I	1	11	0,09		I	2	11	0,18		I	2	11	0,18
<b>Totales</b>		<b>11</b>		<b>1,00</b>	<b>Totales</b>		<b>11</b>		<b>1,00</b>	<b>Totales</b>		<b>11</b>		<b>1,00</b>
Número de trabajadores, \$	MA	6	6	0,55	Fondo de salario, \$	MA	4	4	0,36	Costo de mantenimiento de la planta, \$	MA	9	9	0,82
	BA	3	9	0,27		BA	4	8	0,36		BA	2	11	0,18
	A	0	9	-		A	1	9	0,09		A	0	11	-
	PA	0	9	-		PA	0	9	-		PA	0	11	-
	I	2	11	0,18		I	2	11	0,18		I	0	11	-
<b>Totales</b>		<b>11</b>		<b>1,00</b>	<b>Totales</b>		<b>11</b>		<b>1,00</b>	<b>Totales</b>		<b>11</b>		<b>1,00</b>
Costo de mantenimiento de las máquinas, \$	MA	8	8	0,73	Costo de mantenimiento de los móvil, \$	MA	4	4	0,36	Capacidad de la planta de procesamiento, m3/hora	MA	2	2	0,18
	BA	1	9	0,09		BA	3	7	0,27		BA	4	6	0,36
	A	1	10	0,09		A	4	11	0,36		A	3	9	0,27
	PA	0	10	-		PA	0	11	-		PA	2	11	0,18
	I	1	11	0,09		I	0	11	-		I	0	11	-
<b>Totales</b>		<b>11</b>		<b>1,00</b>	<b>Totales</b>		<b>11</b>		<b>1,00</b>	<b>Totales</b>		<b>11</b>		<b>1,00</b>
Recuperación en planta, %	MA	4	4	0,36	Pérdidas, %	MA	5	5	0,45	Dilución, %	MA	5	5	0,45
	BA	5	9	0,45		BA	4	9	0,36		BA	4	9	0,36
	A	2	11	0,18		A	1	10	0,09		A	1	10	0,09
	PA	0	11	-		PA	0	10	-		PA	0	10	-
	I	0	11	-		I	1	11	0,09		I	1	11	0,09
<b>Totales</b>		<b>11</b>		<b>1,00</b>	<b>Totales</b>		<b>11</b>		<b>1,00</b>	<b>Totales</b>		<b>11</b>		<b>1,00</b>

Costo de tratamiento adquisición , \$		fa	fac	fr	Costo de tratamiento mantenimiento , \$		fa	fac	fr	Costo de tratamiento de la energía, \$		fa	fac	fr
	MA	6	6	0,55		MA	4	4	0,36		MA	3	3	0,27
	BA	0	6	-		BA	2	6	0,18		BA	3	6	0,27
	A	1	7	0,09		A	1	7	0,09		A	3	9	0,27
	PA	0	7	-		PA	2	9	0,18		PA	0	9	-
	I	4	11	0,36		I	2	11	0,18		I	2	11	0,18
<b>Totales</b>		<b>11</b>		<b>1,00</b>	<b>Totales</b>		<b>11</b>		<b>1,00</b>	<b>Totales</b>		<b>11</b>		<b>1,00</b>
Costo de tratamiento de los combustibles, \$	MA	4	4	0,36	Costo de tratamiento de la mano obra, \$	MA	2	2	0,18	Costo de restauración de gabinete ,t	MA	6	6	0,55
	BA	2	6	0,18		BA	1	3	0,09		BA	2	8	0,18
	A	1	7	0,09		A	1	4	0,09		A	1	9	0,09
	PA	0	7	-		PA	4	8	0,36		PA	1	10	0,09
	I	4	11	0,36		I	3	11	0,27		I	1	11	0,09
<b>Totales</b>		<b>11</b>		<b>1,00</b>	<b>Totales</b>		<b>11</b>		<b>1,00</b>	<b>Totales</b>		<b>11</b>		<b>1,00</b>
Rentabilidad , \$	MA	6	6	0,55	Ventas netas , \$	MA	6	6	0,55	Producción anual, \$	MA	3	3	0,27
	BA	3	9	0,27		BA	3	9	0,27		BA	5	8	0,45
	A	0	9	-		A	1	10	0,09		A	1	9	0,09
	PA	1	10	0,09		PA	0	10	-		PA	1	10	0,09
	I	1	11	0,09		I	1	11	0,09		I	1	11	0,09
<b>Totales</b>		<b>11</b>		<b>1,00</b>	<b>Totales</b>		<b>11</b>		<b>1,00</b>	<b>Totales</b>		<b>11</b>		<b>1,00</b>
Porcentaje de bienes, materiales, y servicios adquiridos localmente ,%	MA	5	5	0,45	Consumibles en la extracción y tratamiento de recursos minerales (C)	MA	5	5	0,45	Porcentaje de mano de obra procedente de las comunidades locales ,%	MA	4	4	0,36
	BA	3	8	0,27		BA	2	7	0,18		BA	3	7	0,27
	A	1	9	0,09		A	1	8	0,09		A	3	10	0,27
	PA	0	9	-		PA	1	9	0,09		PA	0	10	-
	I	2	11	0,18		I	2	11	0,18		I	1	11	0,09
<b>Totales</b>		<b>11</b>		<b>1,00</b>	<b>Totales</b>		<b>11</b>		<b>1,00</b>	<b>Totales</b>		<b>11</b>		<b>1,00</b>
Inversión en infraestructura pública y su mantenimiento	MA	6	6	0,55	Gastos financieros de créditos a largo plazo, \$	MA	6	6	0,55	Gastos financieros de créditos a cortos plazo, \$	MA	6	6	0,55
	BA	2	8	0,18		BA	2	8	0,18		BA	1	7	0,09
	A	1	9	0,09		A	1	9	0,09		A	1	8	0,09
	PA	0	9	-		PA	1	10	0,09		PA	1	9	0,09
	I	2	11	0,18		I	1	11	0,09		I	2	11	0,18
<b>Totales</b>		<b>11</b>		<b>1,00</b>	<b>Totales</b>		<b>11</b>		<b>1,00</b>	<b>Totales</b>		<b>11</b>		<b>1,00</b>

Ayudas financieras de las Administraciones Públicas, \$		fa	fac	fr	Costo de extracción, \$/m3		fa	fac	fr	Costo de transporte hacia la planta de procesamiento, \$/m3		fa	fac	fr
	MA	6	6	0,55		MA	7	7	0,64		MA	7	7	0,64
	BA	1	7	0,09		BA	3	10	0,27		BA	2	9	0,18
	A	1	8	0,09		A	1	11	0,09		A	1	10	0,09
	PA	2	10	0,18		PA	0	11	-		PA	0	10	-
	I	1	11	0,09		I	0	11	-		I	1	11	0,09
<b>Totales</b>		<b>11</b>		<b>1,00</b>	<b>Totales</b>		<b>11</b>		<b>1,00</b>	<b>Totales</b>		<b>11</b>		<b>1,00</b>
Costo de procesamiento, \$/m3		fa	fac	fr	Amortización de equipamiento e instalaciones, \$		fa	fac	fr	Arrendamiento de equipamiento y servicios, \$		fa	fac	fr
	MA	9	9	0,82		MA	5	5	0,45		MA	5	5	0,45
	BA	1	10	0,09		BA	4	9	0,36		BA	3	8	0,27
	A	1	11	0,09		A	1	10	0,09		A	1	9	0,09
	PA	0	11	-		PA	0	10	-		PA	1	10	0,09
	I	0	11	-		I	1	11	0,09		I	1	11	0,09
<b>Totales</b>		<b>11</b>		<b>1,00</b>	<b>Totales</b>		<b>11</b>		<b>1,00</b>	<b>Totales</b>		<b>11</b>		<b>1,00</b>
Contribución fiscal, \$	MA	7	7	0,64	Precio de Ventas, \$	MA	6	6	0,55					
	BA	1	8	0,09		BA	2	8	0,18					
	A	1	9	0,09		A	1	9	0,09					
	PA	1	10	0,09		PA	1	10	0,09					
	I	1	11	0,09		I	1	11	0,09					
	<b>Totales</b>		<b>11</b>			<b>1,00</b>	<b>Totales</b>		<b>11</b>		<b>1,00</b>			

#### Anexo 4.1 Determinación de los puntos de corte

<b>Indicadores Economicos</b>	<b>MA</b>	<b>BA</b>	<b>A</b>	<b>PA</b>	<b>Suma</b>	<b>Promedi</b>	<b>N-Prom</b>
Costo de barrenación y voladuras, \$/m3	0,91	-0,91	3,49	3,49	6,98	1,75	-1,61
Costo por metro cúbico, \$/m3	0,60	-0,60	3,49	3,49	6,98	1,75	-1,75
Red de barrenación, m3	-0,60	-0,60	-0,91	-0,91	- 3,03	- 0,76	0,76
Consumo de combustible, l/m3	0,60	-0,91	-1,34	3,49	1,85	0,46	-0,46
Consumo de electricidad, \$ kW/m3	0,91	-1,34	-1,34	3,49	1,72	0,43	-0,43
Consumo de agua, l/m3	-0,91	-0,60	-0,35	3,49	1,63	0,41	-0,41
Índice Consumo de materia prima ,t/m3	0,60	-1,34	3,49	-1,34	1,42	0,35	-0,35
Consumo de Explosivo, kg/m3	-0,91	-1,34	-0,35	-0,60	- 3,20	- 0,80	0,80
Costo de producción , \$/m3	1,34	-1,34	3,49	3,49	6,98	1,74	-1,74
Costo por peso de la Producción, \$/\$	0,11	-1,34	-1,34	-0,91	- 3,48	- 0,87	0,87
Producción Mercantil, \$/\$	-0,60	-0,91	-0,35	3,49	1,63	0,41	-0,41
Costo por peso de la Producción Mercantil, \$/\$	-0,91	-0,60	-0,35	-0,91	- 2,77	- 0,69	0,69
Producción bruta de la industria(PIB) , t	-0,91	-0,91	3,49	3,49	5,16	1,29	-1,29
Costo por peso de la producción bruta , \$/\$	-1,34	-1,34	3,49	0,35	1,16	0,29	-0,29
Costo por peso de Materiales , \$/\$	-0,60	-0,60	3,49	-0,35	1,94	0,49	-0,49
Costo de salario , \$/\$	0,91	-0,91	3,49	3,49	6,98	1,74	-1,74
Gastos de salario por peso de producción , \$/\$	-0,11	-0,60	-1,34	-0,91	- 2,96	- 0,74	0,74
Costo de otras Fuerzas de Trabajo , \$	0,91	-1,34	-1,34	3,49	1,72	0,43	-0,43
Costo por peso de Otras Fuerzas de trabajo, \$	-0,35	-0,11	-1,34	3,49	1,69	0,42	-0,42
Productividad del trabajo, \$/año	-0,91	-0,91	-1,34	-0,35	- 3,51	- 0,88	0,88
Promedio de Trabajadores, horas	-0,91	-0,91	-1,34	-0,35	- 3,51	- 0,88	0,88
Número de trabajadores, \$	0,11	-0,60	3,49	3,49	6,49	1,62	-1,62
Fondo de salario, \$	-0,35	-0,35	-1,34	3,49	1,45	0,36	-0,36
Costo de mantenimiento de la planta , \$	0,91	-0,91	3,49	3,49	6,98	1,75	-1,75

Costo de mantenimiento de las máquinas , \$	0,60	-1,34	-1,34	3,49	1,41	0,35	-0,35
Costo de mantenimiento de los móvil, \$	-0,35	-0,60	-0,35	3,49	2,19	0,55	-0,55
Capacidad de la planta de procesamiento, m3/hora	-0,91	-0,35	-0,60	-0,91	2,77	-0,69	0,69
Recuperación en planta, %	-0,35	-0,11	-0,91	3,49	2,12	0,53	-0,53
Pérdidas ,%	-0,11	-0,35	-1,34	3,49	1,69	0,42	-0,42
Dilución ,%	-0,11	-0,35	-1,34	3,49	1,69	0,42	-0,42
Costo de tratamiento adquisición , \$	0,11	3,49	-1,34	3,49	5,75	1,44	-1,44
Costo de tratamiento mantenimiento , \$	-0,35	-0,91	-1,34	-0,91	3,51	-0,88	0,88
Costo de tratamiento de la energía, \$	-0,60	-0,60	-0,60	3,49	1,69	0,42	-0,42
Costo de tratamiento de los combustibles, \$	-0,35	-0,91	-1,34	3,49	0,89	0,22	-0,22
Costo de tratamiento de la mano obra, \$	-0,91	-1,34	-1,34	-0,35	3,94	-0,99	0,99
Costo de restauración de gabinete ,t	0,11	-0,91	-1,34	-1,34	3,48	-0,87	0,87
Rentabilidad , \$	0,11	-0,60	3,49	-1,34	1,66	0,42	-0,42
Ventas netas , \$	0,11	-0,60	-1,34	3,49	1,66	0,42	-0,42
Precio de Ventas , \$	3,49	-0,91	-1,34	-1,34	0,10	-0,03	0,03
Producción anual, \$	-0,60	-0,11	-1,34	-1,34	3,39	-0,85	0,85
Porcentaje de bienes, materiales, y servicios adquiridos localmente ,%	0,11	-0,60	-1,34	3,49	1,66	0,42	-0,42
Consumibles en la extracción y tratamiento de recursos minerales (C)	0,11	-0,91	-1,34	-1,34	3,48	-0,87	0,87
Porcentaje de mano de obra procedente de las comunidades locales ,%	-0,35	-0,60	-0,60	3,49	1,94	0,49	-0,49
Inversión en infraestructura pública y su mantenimiento	0,11	-0,91	-1,34	3,49	1,35	0,34	-0,34
Gastos financieros de créditos a largo plazo, \$	0,11	-0,91	-1,34	-1,34	3,48	-0,87	0,87
Gastos financieros de créditos a cortos plazo, \$	0,11	-1,34	-1,34	-1,34	3,91	-0,98	0,98
Ayudas financieras de las Administraciones Públicas, \$	0,11	-1,34	-1,34	-0,91	3,48	-0,87	0,87
Costo de extracción, \$/m3	0,35	-0,60	-1,34	3,49	1,90	0,48	-0,48
Costo de transporte hacia la planta de procesamiento, \$/m3	0,35	-0,91	-1,34	3,49	1,59	0,40	-0,40

Costo de procesamiento, \$/m3	-0,11	-1,34	-1,34	-0,35	- 3,14	- 0,79	0,79
Amortización de equipamiento e instalaciones, \$	-0,11	-0,35	-1,34	3,49	1,69	0,42	-0,42
Arrendamiento de equipamiento y servicios, \$	-0,11	-0,60	-1,34	-1,34	- 3,39	- 0,85	0,85
Contribución fiscal, \$	0,35	-1,34	-1,34	-1,34	- 3,67	- 0,92	0,92
Suma	- 0,58	- 39,57	- 9,85	79,44	29,44	7,36	
Puntos de corte (Promedio Columna)	- 0,01	- 0,75	-0,19	1,50	0,56		0,14

#### Anexo 4.2 Tabla de conclusiones generales

<b>Indicadores Economicos</b>	<b>MA</b>	<b>BA</b>	<b>A</b>	<b>PA</b>	<b>I</b>
Costo de barrenación y voladuras, \$/m3	SI	-	-	-	-
Costo por metro cúbico, \$/m3	SI	-	-	-	-
Red de barrenación, m3	-	-	-	SI	-
Consumo de combustible, l/m3	SI	-	-	-	-
Consumo de electricidad, \$ kW/m3	SI	-	-	-	-
Consumo de agua, l/m3	-	-	-	-	SI
Índice Consumo de materia prima ,t/m3	SI	-	-	-	-
Consumo de Explosivo, kg/m3	-	-	-	-	SI
Costo de producción , \$/m3	SI	-	-	-	-
Costo por peso de la Producción, \$/\$	-	-	SI	-	-
Producción Mercantil, \$/\$	-	-	-	SI	-
Costo por peso de la Producción Mercantil, \$/\$	-	-	-	-	SI
Producción bruta de la industria(PIB) , t	-	-	-	-	SI
Costo por peso de la producción bruta , \$/\$	-	-	-	-	SI
Costo por peso de Materiales , \$/\$	-	-	-	SI	-
Costo de salario , \$/\$	SI	-	-	-	-
Gastos de salario por peso de producción , \$/\$	-	-	SI	-	-
Costo de otras Fuerzas de Trabajo , \$	SI	-	-	-	-
Costo por peso de Otras Fuerzas de trabajo, \$	-	-	-	SI	-
Productividad del trabajo, \$/año	-	-	-	-	SI
Promedio de Trabajadores, horas	-	-	-	-	SI
Número de trabajadores, \$	-	-	SI	-	-

Fondo de salario, \$	-	-	-	SI	-
Costo de mantenimiento de la planta , \$	SI	-	-	-	-
Costo de mantenimiento de las máquinas , \$	SI	-	-	-	-
Costo de mantenimiento de los móvil, \$	-	-	-	SI	-
Capacidad de la planta de procesamiento, m3/hora	-	-	-	-	SI
Recuperación en planta, %	-	-	-	SI	-
Pérdidas ,%	-	-	SI	-	-
Dilución ,%	-	-	SI	-	-
Costo de tratamiento adquisición , \$	-	-	SI	-	-
Costo de tratamiento mantenimiento , \$	-	-	-	SI	-
Costo de tratamiento de la energía, \$	-	-	-	SI	-
Costo de tratamiento de los combustibles, \$	-	-	-	SI	-
Costo de tratamiento de la mano obra, \$	-	-	-	-	SI
Costo de restauración de gabinete ,t	-	-	SI	-	-
Rentabilidad , \$	-	-	SI	-	-
Ventas netas , \$	-	-	SI	-	-
Precio de Ventas , \$	-	-	SI	-	-
Producción anual, \$	-	-	-	SI	-
Porcentaje de bienes, materiales, y servicios adquiridos localmente ,%	-	-	SI	-	-
Consumibles en la extracción y tratamiento de recursos minerales (C)	-	-	SI	-	-
Porcentaje de mano de obra procedente de las comunidades locales ,%	-	-	-	SI	-
Inversión en infraestructura pública y su mantenimiento	-	-	SI	-	-
Gastos financieros de créditos a largo plazo, \$	-	-	SI	-	-
Gastos financieros de créditos a cortos plazo, \$	-	-	SI	-	-
Ayudas financieras de las Administraciones Públicas, \$	-	-	SI	-	-

Costo de extracción, \$/m3	-	SI	-	-	-
Costo de transporte hacia la planta de procesamiento, \$/m3	-	SI	-	-	-
Costo de procesamiento, \$/m3	-	-	SI	-	-
Amortización de equipamiento e instalaciones, \$	-	-	SI	-	-
Arrendamiento de equipamiento y servicios, \$	-	-	SI	-	-
Contribución fiscal, \$	-	SI	-	-	-