

# ESCUELA DE POSGRADO NEWMAN

MAESTRÍA EN  
GESTIÓN MINERA Y AMBIENTAL



**" Evaluación del impacto económico y ambiental de la  
sustitución de minerales energéticos en la compañía Unión  
Cementera Nacional - Grupo Gloria S.A."**

**Trabajo de Investigación  
para optar el Grado a Nombre de la Nación de:**

Maestro en  
Gestión Minera y Ambiental

**Autores:**

Ing. López Ayala, Julio César  
Abg. Pozo Serrano, Marcelo Fabián

**Docente Guía:**

Mg. Ticona Corrales, Sergio

**TACNA – PERÚ**

**2023**

3%

INDICE DE SIMILITUD

4%

FUENTES DE INTERNET

0%

PUBLICACIONES

1%

TRABAJOS DEL  
ESTUDIANTE

“El texto final, datos, expresiones, opiniones y apreciaciones contenidas en este trabajo son de exclusiva responsabilidad del (los) autor (es)”

## Tabla de contenido

Índice de Tablas .....	6
Índice de figuras .....	7
Resumen.....	8
Abstract .....	9
<b>1. Capítulo I: Antecedentes del Estudio.....</b>	<b>12</b>
1.1. Título del tema .....	12
1.2. Planteamiento del problema .....	12
1.3. Objetivos de la investigación.....	13
1.3.1. <i>Objetivo general</i> .....	13
1.3.2. <i>Objetivos específico</i> .....	13
1.4. Metodología .....	13
1.4.1. <i>Metodología de investigación</i> .....	14
1.4.2. <i>Metodología de información levantada</i> .....	14
1.4.3. <i>Diseño metodológico al uso de biomasa agro-residual</i> .....	14
1.5. Justificación .....	16
1.6. Definiciones .....	17
1.6.1. <i>La minería en el Ecuador</i> .....	17
1.6.2. <i>Marco legal nacional</i> .....	17
1.6.3. <i>Bioenergía en la industria cementera</i> .....	18
1.6.4. <i>Indicadores de sostenibilidad</i> .....	18
1.6.5. <i>Cogeneración</i> .....	19
1.6.6. <i>Calorimetría</i> .....	19
1.7. Alcances y limitaciones.....	19
1.8. Cronograma.....	21
<b>2. Capítulo II: Marco teórico.....</b>	<b>23</b>
2.1. Conceptualización de los tópicos claves .....	23

2.1.1.	<i>Evaluación Ambiental</i> .....	23
2.1.2.	<i>Producción de cemento tipo portland</i> .....	23
2.1.3.	<i>Combustibles en plantas productoras de cemento</i> .....	24
2.1.4.	Evolución de la energía renovable no convencional .....	25
2.1.5.	<i>Agro-residuos producidos de la industria azucarera</i> .....	27
2.2.	Importancia de los tópicos claves .....	27
2.2.1.	<i>Características de la biomasa</i> .....	27
2.2.2.	<i>Co-procesamiento</i> .....	28
2.2.3.	<i>Combustible requerido por el horno cementero</i> .....	28
2.3.	Análisis comparativo .....	30
2.3.1.	<i>Análisis comparativo del contexto de biomasa</i> .....	30
2.3.2.	<i>Comparativo del potencial energético del bagazo de azúcar</i> 31	
2.3.3.	<i>Comparación de la sostenibilidad ambiental y beneficio económico</i> 32	
2.4.	Análisis crítico.....	34
2.4.1.	<i>El marco para los indicadores de sostenibilidad</i> .....	34
2.4.2.	<i>Indicadores económicos</i> .....	35
2.4.3.	<i>Indicadores ambientales</i> .....	36
<b>3.</b>	<b>Capítulo III: Marco Referencial</b> .....	<b>37</b>
3.1.	Reseña histórica .....	37
3.2.	Filosofía organizacional .....	37
3.2.1.	<i>Misión</i> .....	38
3.2.2.	<i>Visión</i> .....	38
3.3.	Diseño organizacional.....	38
3.3.1.	<i>Principales departamentos</i> .....	39
3.4.	Productos y/o servicios .....	40
3.5.	Diagnóstico organizacional .....	42
3.5.1.	<i>Análisis interno mediante FODA</i> .....	42

3.5.2.	<i>Análisis externo mediante FODA</i> .....	42
<b>4.</b>	<b>Capítulo IV: Resultados</b> .....	<b>44</b>
4.1.	Propuesta de mejora.....	44
4.1.1.	<i>Diagnóstico</i> .....	44
4.1.2.	<i>Diseño de la mejora</i> .....	45
4.1.2.1	Agro-residuo de los cultivos de la caña de azúcar.....	45
4.1.2.2	Caracterización del bagazo de caña. ....	45
4.1.2.3	Análisis de calorimetría .....	47
4.1.2.4	Combinación porcentual.....	48
4.1.2.5	Co-procesamiento de la biomasa y el carbón mineral .....	50
4.2.	Resultados y mecanismos de control.....	51
4.2.1.	<i>Composición de bagazo de caña</i> .....	51
4.2.2.	<i>Resultado energético de la combinación de biomasa y carbón mineral</i> 53	
4.3.	Cálculo de carga térmica del horno cementero .....	55
4.4.	Cálculo de valor másico del clínker - Factor Crudo Bruto/Clinker ( <i>F<sub>c</sub> – k<sub>k</sub></i> )	55
4.5.	Indicador de productividad de clínker (toneladas reales / día).....	56
4.6.	Indicador del consumo específico del horno (kcal / kg clínker - día).....	59
4.6.1.	<i>Resultado de indicador ambiental</i> .....	62
4.7.	Resultado de indicador económico .....	62
<b>5.</b>	<b>Capítulo V: Sugerencias</b> .....	<b>65</b>
5.1.	Conclusiones .....	66
5.2.	Recomendaciones .....	68
<b>6.</b>	<b>Bibliografía</b> .....	<b>70</b>

## Índice de Tablas

<b>Tabla 1</b>	Combustibles empleados de la industria cementera .....	29
<b>Tabla 2</b>	Comparativa de la generación de la biomasa agrícola .....	30
<b>Tabla 3</b>	Estimación de biomasa agroindustrial del bagazo de azúcar en las divisiones de desarrollo agrícola para el año 2020 - 2021 (t).....	31
<b>Tabla 4</b>	Comparativa del análisis de sostenibilidad ambiental .....	32
<b>Tabla 5</b>	Comparativa de beneficios económicos .....	33
<b>Tabla 6</b>	Poder calorífico superior bagazo de caña .....	48
<b>Tabla 7</b>	Combinación biomasa y carbón mineral .....	49
<b>Tabla 8</b>	Composición porcentual de muestra de bagazo de caña de azúcar .....	51
<b>Tabla 9</b>	Composición porcentual de muestra de bagazo de caña de azúcar .....	52
<b>Tabla 10</b>	Combustión del bagazo de caña de azúcar en combinación con carbón mineral	53
<b>Tabla 11</b>	Poder calórico de combinaciones entre bagazo de azúcar y carbón mineral .....	54
<b>Tabla 12</b>	Historial de reporte de producción diaria de consumo de harina cruda .....	56
<b>Tabla 13</b>	Resultados de producción diaria de clínker (toneladas reales – día).....	58
<b>Tabla 14</b>	Historial de reporte de producción diaria de consumo de carbón mineral .....	59
<b>Tabla 15</b>	Resultados de consumo específico del horno (kcal / kg clínker – día).....	61
<b>Tabla 16</b>	Indicador costo beneficio por uso de biomasa .....	63

## Índice de figuras

<b>Figura 1</b>	Mapa de ubicación de la empresa UCEM S. A.....	20
<b>Figura 2</b>	Compañía UNIÓN CEMENTERA NACIONAL (UCEM S.A.).....	21
<b>Figura 3</b>	Cronograma actividades y tiempos del trabajo de investigación.....	21
<b>Figura 4</b>	Evolución de la producción de energía renovable no convencional (kBEP).....	26
<b>Figura 5</b>	Organigrama compañía UNIÓN CEMENTERA NACIONAL (UCEM S.A.).....	40
<b>Figura 6</b>	Productos de la compañía UNIÓN CEMENTERA NACIONAL (UCEM S.A.).....	41
<b>Figura 7</b>	Muestras etiquetadas del bagazo de caña molidas. ....	46
<b>Figura 8</b>	Equipo calorimétrico y procesamiento de resultados.....	47
<b>Figura 9</b>	Áreas de acopio de parque de combustibles sólidos .....	49
<b>Figura 10</b>	Balance de energía del proceso de clinkerización .....	50
<b>Figura 11</b>	Captura grafica S.C. POLCID - Contador de Alimentación de horno .....	57
<b>Figura 12</b>	Captura grafica S.C. POLCID - Contador de Alimentación de carbón .....	60

## Resumen

El presente estudio investigativo tiene como objetivo la evaluación económica y ambiental al sustituto porcentual de minerales energéticos conforme a la disponibilidad y uso de residuos potencialmente energéticos analizados en la división de la compañía UNIÓN CEMENTERA NACIONAL (UCEM).

Mediante procesos de observación experimental y resultados estadísticos se evaluó la capacidad energética de la biomasa del bagazo de caña generados de la actividad azucarera en el Ecuador. Los resultados mostraron que el bagazo de caña en combinación con el carbón mineral obtuvo un aprovechamiento energético referente al poder calorífico de 7.664,59 kcal/kg.

El análisis investigativo concluye que este tipo de biomasa podrían cubrir un 20 % de la demanda energética total de la planta productora de cemento conforme a una producción diaria de 1700 t de clínker en combinación del combustible sólido de carbón mineral actualmente utilizado, obteniéndose en términos monetarios un ahorro económico del \$ 534.000,00 USD.

Finalmente, el uso del bagazo de la caña de azúcar generará una aportación ambiental en la disminución de los gases de efecto invernadero beneficiando al sector azucarero con el aporte de la industria cementera ecuatoriana.

**KEY WORDS:** BIOMASA, BAGAZO DE CAÑA, HORNOS CEMENTEROS

## Abstract

The objective of this investigative study is the economic and environmental evaluation of the percentage substitute for energetic minerals according to the availability and use of potentially energetic waste analyzed in the division of the company UNIÓN CEMENTERA NACIONAL (UCEM).

Through experimental observation processes and statistical results, the energy potential of the residue biomass generated from the sugar activity in Ecuador was evaluated. The results showed that cane bagasse in combination with mineral coal obtained an energy use referring to the calorific value of 7,664.59 kcal/kg.

The investigative analysis concludes that this type of biomass could cover 20% of the total energy demand of the cement production plant according to a daily production of 1700 t of clinker in combination with solid coal fuel currently used, obtained in monetary terms an economic saving of \$534,000.00 USD.

Finally, the use of sugarcane residue will generate an environmental contribution in the reduction of greenhouse gases, benefiting the sugar sector with the contribution of the Ecuadorian cement industry.

**KEYWORDS:** BIOMASS, CANE BAGASSE, CEMENT KILNS

## Introducción

Los países en la actualidad se han dispuesto en lograr determinados niveles de desarrollo económico, es así como en los últimos años las organizaciones afrontan grandes cambios orientados hacia el desarrollo tecnológico mejorando su eficiencia social, económico y ambiental.

Actualmente los problemas que presenta la sociedad es solucionar las problemáticas de la población, donde los recursos son más insuficientes y con mayor contaminación del medio ambiente; obligando a buscar alternativas para obtener un desarrollo de acuerdo a los avances científicos, minimizando el deterioro de las expectativas de futuras generaciones o los impactos de la naturaleza.

Por lo consiguiente se identifica, la necesidad de realizar una evaluación económica y ambiental en la sustitución de mineral energéticos en la compañía de la UNION CEMENTERA NACIONAL (UCEM S.A.) perteneciente al Grupo Gloria S.A. con un alcance investigativo referente a bioenergía.

Los principales resultados se enmarcarán en tres órdenes, el primero permitirá identificar una metodología en base a la evaluación económica ambiental frente al uso de biomasa, el segundo generar una metodología de toma de decisiones conociendo las causas de una actual situación, siendo finalmente el tercero la utilización eficiente de los recursos bajo el análisis de indicadores.

El capítulo I relaciona los antecedentes de la investigación, así como la definición del planteamiento del problema, estructurándose el objetivo general como sus específicos en

base al proceso de evaluación económica - ambiental al sustituto de minerales energéticos en la división cementera del Grupo Gloria S.A.

El apartado del capítulo II conceptualiza un marco teórico de referencia, estableciendo las principales definiciones sobre las variables de estudio de la investigación relacionadas al análisis de bioenergía relacionado a la industria del cemento, así como la generación de un cuadro comparativo y crítico del trabajo investigativo.

A partir del capítulo III se identifica el marco referencial, donde incorpora la descripción de la reseña histórica y organizacional de la entidad, que servirán para determinar la importancia del proceso de evaluación económica - ambiental al sustituto de minerales energéticos en la división cementera del Grupo Gloria S.A.

El capítulo IV resultados, desarrolla los objetivos planteados en base a un análisis de caracterización de la biomasa evaluando indicadores económicos - ambientales en la división cementera del Grupo Gloria S.A., planteándose controles que permitan mejorar el análisis de inversión ante una implementación.

El capítulo V sugerencias, recoge las principales recomendaciones y conclusiones de la investigación, ajustándose finalmente a las referencias bibliográficas empleadas durante el análisis investigativo.