

Universidad de Cienfuegos “Carlos Rafael Rodríguez”

Facultad de Ciencia Agronómicas

***Título: Propuesta de acciones para incrementar la gestión ambiental en la
Planta de cal “Pepito Tey”, Cienfuegos***



Autor: Adrian Almuedo Armas.

Tutores : Lic. Yeny Labaut Betancourt

Dra Carmen Betancourt Aguilar

Curso: 2011-12

"No nos atrevemos a muchas cosas porque son difíciles, pero son difíciles porque no nos atrevemos a hacerlas."

Lucius A. Séneca, (4 A.C.-65 D.C.),

dramaturgo, filósofo y político romano

Agradecimientos:

ÍNDICE

RESUMEN	1
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN	2
Situación problemática	7
Problema científico	8
Objeto de estudio	8
Objetivo general	8
Objetivos específicos	8
CAPÍTULO II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	11
Las producciones más limpias (P+L), su importancia en la gestión de la empresa y el cuidado del medio ambiente	11
La producción de cal y sus principales impactos ambientales	16
La cal su importancia y el uso en diferentes procesos	20
CAPÍTULO III. MATERIALES Y MÉTODOS	25
Área de estudio. Condiciones naturales.	25
Unidades de análisis. Su conceptualización	27
Herramientas usadas en la investigación	28
CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	31
Características socio-económicas y ambientales de la Planta de cal “Pepito Tey” de Cienfuegos	31
Flujo del proceso industrial	33
Caracterización de las prácticas y de los procesos desarrollados en la Planta de cal “Pepito Tey”	34
Identificación de los aspectos e impactos ambientales de la Planta de cal “Pepito Tey”	37
Descripción y evaluación de impactos, según la matriz de importancia de Conesa (2003).	41
Identificación de acciones para eliminar o mitigar los impactos descritos	43
CONCLUSIONES	46
RECOMENDACIONES	46
BIBLIOGRAFÍA	47
Anexo I. Relación de los trabajadores y directivos entrevistados.	50
Anexo II. Contenido de la entrevista realizada a trabajadores y directivos de la Planta de cal “Pepito Tey” de Cienfuegos.	51
Anexo III. Matriz de Importancia	54

RESUMEN

Las afectaciones ocasionadas al medio ambiente por inadecuadas prácticas en los procesos industriales se han convertido en una de las mayores preocupaciones de gobiernos e instituciones internacionales. Un ejemplo de ello lo constituye la producción de cal, la cual genera un grupo de impactos ambientales de marcada importancia. Esta investigación estuvo dirigida a elaborar una propuesta de acciones para incrementar la gestión ambiental en Planta de Cal "Pepito Tey" en Cienfuegos. Mediante el análisis documental, la observación participante y la entrevista estructurada se caracterizaron los procesos industriales con mayor efecto negativo al medio ambiente y se identificaron los aspectos ambientales significativos. La evaluación de impactos, se realizó según la matriz de importancia propuesta por Conesa (2003) haciendo uso del programa *GAIA* del Centro de Estudios Ambientales de Cienfuegos. La explotación de la cantera, la calcinación y el beneficio y clasificación, son las actividades o procesos más impactantes. La contaminación atmosférica y de las aguas superficiales constituyeron los 3 impactos negativos que se generaron en el mayor número de procesos. Los impactos más significativos, que obtuvieron la clasificación de severos en uno o más procesos fueron: afectaciones de la biota, contaminación del aire, agotamiento de recurso natural, pérdidas económicas, afectaciones del medio perceptual. Se elaboró una propuesta de acciones a partir de la identificación de los impactos generados, con el fin de incrementar la gestión ambiental en Planta de Cal "Pepito Tey".

INTRODUCCIÓN

El interés por lo ambiental, por el medio ambiente en definitiva, trasciende la esfera de lo estrictamente científico, y se ha convertido en una prioridad política y social. La causa del fenómeno hay que buscarla en la degradación del entorno, tanto natural como urbano, debida a la actividad humana.

En los últimos años la humanidad ha experimentado un incremento significativo en su desarrollo, que si bien representa un crecimiento de la producción está acompañado de un crecimiento acelerado y desmedido de los procesos industriales. En el campo ambiental conduce a la destrucción despiadada y casi irreversible de la naturaleza; al despilfarro y agotamiento acelerado de importantes recursos no renovables, se suma la degradación de la tierra, la contaminación de la atmósfera, la reducción del manto freático, los ríos y mares, la instauración de un absurdo y caótico modelo de consumo completamente insostenible para el mundo de hoy y para todos los seres humanos que habitan la tierra.

En este sentido las afectaciones ocasionadas al medio ambiente por inadecuadas prácticas en los procesos industriales se han convertido en una de las mayores preocupaciones de los gobiernos e instituciones internacionales, estableciéndose políticas económicas, sociales y educativas a escala mundial de cuya solución y prevención depende la existencia de la vida en la Tierra. Informes revisados de diferentes organizaciones y eventos internacionales señalan los costos en miles de millones de dólares, en recursos materiales, naturales y de vidas humanas que a causa de los malos procedimientos industriales y tratamiento de los desechos, se han ocasionado.

La humanidad debe enfrentar el reto propuesto de trabajar y lograr que el progreso económico y social en toda su dimensión sea compatible con la protección del Medio Ambiente, por lo que las políticas económicas estatales deben estar en concordancia con ello.

La producción de cal al igual que la mayoría de los procesos industriales, genera un grupo de impactos ambientales de marcada importancia si se considera que afecta a los factores abióticos de los ecosistemas donde se

localizan. La roca caliza, constituye la materia prima fundamental para la obtención de la cal. El consumo de este recurso natural genera impactos que deben conocerse y minimizarse con el fin de lograr sostenibilidad en el proceso. El descortezado que se realiza para poder extraer el carbonato de calcio (CaCO_3) reduce la cantidad de suelo disponible para fines agrícolas y obtención de alimentos.

El polvo generado durante todo el proceso productivo afecta la porosidad del suelo y con ello su estructura. Durante el laboreo referido a la extracción y transportación se produce compactación del suelo por los equipos usados. La contaminación del suelo se produce por los derrames de aceites y combustibles usados en la transportación y en la fabricación de la cal (RSS, 2012). La dimensión de este impacto depende de la extensión y el modo de explotación del yacimiento y debe ser considerado si se tiene en cuenta las dificultades que se están presentando con el recurso suelo.

En la Estrategia Ambiental Nacional Cubana (CITMA, 2007) se plantea que alrededor de 3,4 millones de ha registra un alto grado de acidez en los suelos, la elevada salinidad y sodicidad influencia alrededor de un millón de ha, la compactación incide sobre 2,5 millones de ha, los problemas de drenaje alcanzan 2,7 millones de ha y en definitiva, el 60 % de la superficie del país se encuentra afectada por estos y otros factores (incluso por más de un factor a la vez) que pueden conducir a los procesos de desertificación. Las áreas mencionadas se encuentran afectadas por factores de carácter natural o antrópico acumulados en el transcurso de los años. Predominan las afectaciones de carácter antrópico, aunque en los últimos años se han intensificado procesos naturales como la sequía y la incidencia de huracanes, con las consiguientes inundaciones, lavado de los suelos y movimientos de masa, que están incidiendo en su deterioro.

Debido a las dificultades económicas por las que atraviesa Cuba desde el establecimiento del Período Especial, la gran mayoría de las labores de mitigación que se acometen en suelos son medidas sencillas, requiriéndose en muchos casos de la aplicación de medidas complejas, que permitan la conservación y/o recuperación de los suelos, según el caso, las que a su vez

requieren de un mayor respaldo financiero. A pesar de los esfuerzos realizados y de los recursos asignados por el país, en el marco del Programa Nacional de Mejoramiento y Conservación de Suelos, aprobado en el año 2000 por el Consejo Nacional de Cuencas Hidrográficas (CNCH), los avances logrados han sido discretos.

La producción de cal implica un alto consumo de agua, generalmente se necesitan un promedio de 0.33 m^3 de agua por tonelada de cal producida (RSS, 2012). El polvo depositado en el suelo aledaño a los yacimientos y a la industria, puede ser removido a los cursos de agua superficiales, afectando la transparencia del agua y su pH.

El agua es un recurso abundante en la naturaleza. Sin embargo, debido a desigual distribución tanto en el tiempo como en el espacio, resulta ser un recurso escaso para la satisfacción de las necesidades humanas permanentemente creciente (Fernández-Jáuregui & Crespo, 2012)

Los problemas de la calidad del agua son muy variables entre las regiones del mundo y en buena medida son un reflejo de las condiciones económicas y sociales y se encuentran fuertemente vinculados con las aguas dulces: ríos, aguas subterráneas y lagos (Toledo, 2002). Según el enfoque del paradigma actual, las infraestructuras científicas y tecnológicas necesarias para afrontar los problemas de la calidad se orientan al estudio de la química de las aguas de desechos. Sin considerar los procesos y las tecnologías de producción que generan los contaminantes y sin conocer el funcionamiento y la hidrodinámica de los ecosistemas receptores.

Los sistemas de monitoreo se enfocan a la producción de datos que son muchas veces más de los necesarios y no reflejan la información que se necesita (Calvo-Brenes & Mora-Molina, 2007).

Para producir cal es necesario extraer la materia prima procedente de yacimientos de roca caliza. Durante el proceso de extracción pueden producirse molestias de ruido a causa de explosiones y las consiguientes sacudidas. Pero con procedimientos de detonación adecuados se pueden reducir en gran medida estas emisiones de ruido.

También se genera ruido durante la preparación de la materia prima, por ejemplo, por quebrantadoras de impacto y molinos para el desmenuzamiento de materiales duros. Estas instalaciones de trituración y las de preparaciones asociadas se pueden encapsular para que el medio ambiente quede protegido de impactos sonoros graves. La mayor parte de molinos de roca caliza y de cemento producen un ruido tan intenso que han de instalarse en locales insonorizados separados, donde no haya puestos de trabajo permanentes.

Las instalaciones de cocción necesitan numerosos ventiladores de gran tamaño que originan ruidos muy penetrantes, por lo que también aquí hay que tomar medidas contra el ruido, por ejemplo, en forma de encapsulaciones.

Para evitar molestias, las plantas de la industria de cal deben estar construidas como mínimo a una distancia de 500 m de las zonas urbanizadas. La emisión de ruido en urbanizaciones próximas no debe sobrepasar 50 hasta 60 dB(A) de día y 35 - 45 dB(A) de noche (RSS, 2012).

Otra afectación del aire se produce por las emisiones de grandes cantidades de polvo, tanto en la explotación del yacimiento como en el proceso industrial y por la emisión de los gases de combustión procedente de los medios de transporte usados.

También se envían a la atmósfera cantidades de gases como por el CO, NO_x, SO₂ y CO₂ (RSS, 2012) formados durante el proceso de calcinación de la roca caliza y por el uso de combustible durante todo el proceso. Estos afectan la capa de ozono y tributan al efecto invernadero, ambos aspectos constituyen las mayores preocupaciones actuales de la comunidad científica internacional (Fabre-Moraes, 2011). Por cada tonelada de cal producida se emiten a la atmósfera 0.79 toneladas de CO₂, este gas es el que se emite en mayor cuantía.

Esta industria también genera otras afectaciones a la calidad del aire. Durante la calcinación de la piedra caliza para la obtención de la cal (CaO), se emiten a la atmósfera cantidades de gases como por el CO, NO_x, SO₂ y CO₂ (RSS, 2012) formados durante el proceso de calcinación de la roca caliza y por el uso de combustible durante todo el proceso. Por cada tonelada de cal producida se

emiten a la atmósfera 0.79 toneladas de CO₂, este gas es el que se emite en mayor cuantía. Estos gases afectan la capa de ozono y tributan al efecto invernadero, ambos aspectos constituyen las mayores preocupaciones actuales de la comunidad científica internacional (Caraballo, 2005)

El ozono es una molécula gaseosa constituida por tres átomos de oxígeno. Actúa como una especie de pararrayos ultravioletas y si no estuviera presente en la atmósfera, llegarían a la tierra niveles mortales de radiación solar ultravioleta (OTOZ, 2003). Se estima que el aumento de la radiación solar en el planeta como consecuencia de la disminución de la capa de ozono provocaría serios daños a las cosechas y a la población. Se calcula que un incremento del 1% en la radiación ultravioleta, llevaría a un incremento de un 4% en los casos de cáncer de piel en la tierra (PNUMA, 1983), también se prevén incrementos en las enfermedades oculares, daños a los sistemas inmunológicos y alteración de la ecología de los mares.

El efecto invernadero es un fenómeno atmosférico natural que permite mantener la temperatura del planeta, al retener parte de la energía proveniente del sol. En la actualidad, el aumento de la concentración de dióxido de carbono (CO₂) proveniente del uso de combustibles fósiles y otros contaminantes como los gases usados en la refrigeración y climatización han provocado la intensificación del fenómeno y el consecuente aumento de la temperatura global. Como resultado del efecto invernadero, la tierra se mantiene lo suficientemente caliente como para hacer posible la vida sobre el planeta. De no existir el fenómeno, las fluctuaciones climáticas serían intolerables. Sin embargo, una pequeña variación en el delicado balance de la temperatura global puede causar graves estragos (Fabre-Moraes, 2011).

Cuba manifiesta su voluntad en este sentido, se avanza en el trabajo conjunto de los Ministerios de Economía, Planificación y Precios y el Ministerio de Ciencia Tecnología y Medio Ambiente y se reordenan las estructuras y funciones en cuanto al cumplimiento de las leyes y resoluciones que rigen los procedimientos y indicadores de evaluación de los procesos productivos industriales para minimizar las afectaciones medioambientales.

Situación problemática

A pesar de la magnitud y extensión de los impactos que puede provocar la producción de cal, las investigaciones referidas al tema en el mundo son escasas, en relación a otras industrias (Pollard, 1994). Esto resulta contradictorio si se considera lo antigua que resultan estas producciones y lo ampliamente que están distribuidas en el mundo (Bessey, 1975). Esta insuficiencia en relación al número de investigaciones realizadas sobre el tema a escala global, puede estar relacionado con la simplicidad aparente de esta producción. El desconocimiento, los conceptos erróneos y la ignorancia, han originado pobres disposiciones para la producción de cal (Gibbs, 1950).

La industria cienfueguera “Pepito Tey”, destinada a la producción de cal, abastece la provincia de Cienfuegos y otras cinco provincias en el centro y occidente cubano. Su producción es demandada fundamentalmente por la industria azucarera y no existe otra que la sustituya en la región. Es una industria rústica con más de 27 años de explotación y se mantiene en funcionamiento gracias a las reparaciones e innovaciones realizadas por sus trabajadores.

En la revisión bibliográfica realizada se encontraron 4 estudios realizados por otros investigadores sobre temas importantes relacionados con esta industria:

- Balance energético de cuatro alternativas de operación de hornos de cuba vertical para la producción de cal hidratada (Ochoa-Monteagudo, 2007). En esta investigación se realiza un análisis del trabajo de los hornos y la eficiencia energética.
- Presupuesto de gastos de los portadores energéticos de la producción del hidrato de cal (Becerra, 2009). Esta investigación estuvo dirigida a la aplicación de un rediseño del presupuesto de gasto y del presupuesto de venta de la Planta de cal “Pepito Tey”.
- Estudio de los Factores de Riesgos Laborales en la UBE Materiales de la Construcción Calera de la Empresa de Construcción y Montaje Agroindustrial (ECMAI) (Bernal, 2010). Mediante un estudio en la UBE

Materiales de la Construcción Calera se propuso un procedimiento, para analizar los factores de riesgos laborales en los 3 niveles empresariales.

- Determinación de los costos por áreas de responsabilidad en la unidad de base empresarial Calera de Cienfuegos (Castellón, 2009). Esta investigación estuvo dirigida a determinar los costos por áreas de responsabilidad y validar los procedimientos usados por esta industria.

Sin embargo no se encontraron investigaciones realizadas que identifiquen los impactos ambientales producidos tanto por la explotación de los yacimientos de la roca caliza como por el propio proceso industrial. Por tanto esta investigación resulta necesaria porque identifica los impactos producidos lo cual permite la elaboración de una propuesta de acciones encaminada a mitigar dichos impactos. La minimización de los impactos tributa tanto al incremento de la gestión empresarial como al cuidado del medio ambiente.

Problema científico

Insuficiente conocimiento de las acciones a cumplir en correspondencia con los impactos producidos al medio ambiente debido a las prácticas industriales en la Planta de cal “Pepito Tey” en Cienfuegos.

Objeto de estudio

La implementación de buenas prácticas en la pequeña empresa.

Objetivo general

Elaborar una propuesta de acciones para incrementar la gestión ambiental en la Planta de cal “Pepito Tey” de Cienfuegos.

Objetivos específicos

1. Caracterizar los procesos industriales en la Planta de cal “Pepito Tey” en Cienfuegos, con mayor efecto negativo al medio ambiente
2. Identificar los aspectos e impactos y evaluar los impactos ambientales significativos en prácticas o procedimientos de los procesos industriales, según la matriz de importancia propuesta por Conesa (2003).

Idea a defender.

La elaboración de una propuesta de acciones dirigidas a mitigar los impactos ambientales ocasionados por las prácticas industriales, servirá de herramienta para incrementar la gestión empresarial y en particular la gestión ambiental en la Planta de cal “Pepito Tey” de Cienfuegos.

Importancia de la investigación

Este trabajo investigativo ofrece un diagnóstico ambiental actualizado de las prácticas industriales de la Planta de cal “Pepito Tey” en Cienfuegos.

La propuesta de un plan de acciones, identificado desde los principales impactos ambientales que genera esta industria permitirá mejorar los procesos industriales y mitigar las afectaciones al medio ambiente en correspondencia con la legislación actual y con los intereses estatales y gubernamentales. Por tanto favorece la gestión ambiental dentro de la empresa.

Estructura de la tesis.

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN.

Ofrece un acercamiento al tema de investigación, la situación problemática, el problema a investigar la metodología para la solución del problema y la estructura de la investigación.

CAPÍTULO II.- REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

En este capítulo aparece la fundamentación teórica acerca del problema investigado. Se teoriza acerca del concepto de buenas prácticas y su relación con el desarrollo sostenible. Se destaca la importancia y la necesidad de implementar de buenas prácticas en la empresa a escala internacional y su aplicación en Cuba.

Se aportan elementos de la fabricación de cal a escala internacional, su importancia y principales usos. También se esbozan algunos elementos sobre la producción de cal en Cuba y sus principales dificultades.

CAPÍTULO III. ASPECTOS METODOLÓGICOS

Se realiza una descripción del área de estudio en relación a su ubicación geográfica y una caracterización de las condiciones naturales.

Se identifica el tipo de investigación realizada y la muestra tomada para la realización de las entrevistas. Se describe las unidades de análisis investigadas y su conceptualización. Finalmente se identifican y explican las herramientas usadas en la investigación.

CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se describen las características socio-económicas y ambientales de la Planta de cal “Pepito Tey” de Cienfuegos, así como la estructura organizacional de la entidad. También se presenta un flujo de los principales procesos industriales.

Se identifican las prácticas usadas en el desarrollo de los diferentes procesos de la entidad mediante la entrevista y la observación participante, así como los aspectos e impactos ambientales significativos.

Se realiza una propuesta de acciones, a partir de la caracterización de los procesos y de la identificación de aspectos e impactos ambientales. La aplicación de este plan de acciones puede incrementar la gestión ambiental de la empresa y mitigar el daño al medio ambiente.

CONCLUSIONES

Se destacan los principales resultados del trabajo.

RECOMENDACIONES

Se aportan algunas recomendaciones que por su complejidad no pudieron realizarse en esta investigación pero que su ejecución en el futuro mejora el desempeño de la organización.

CAPÍTULO II: REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

1. Las producciones más limpias (P+L), su importancia en la gestión de la empresa y el cuidado del medio ambiente

El cuidado y protección ambiental es una de las preocupaciones mundiales que en las últimas cuatro décadas ha evolucionado para convertirse en una política de conservación, cuidado y protección, tanto de los recursos naturales, como de gestión de aquellas actividades o procesos que pueden afectar al medio ambiente. Obliga a la sociedad civil, los Estados y al sector privado a adoptar medidas destinadas para este fin (Obregón-Sánchez, 2012).

Debe considerarse como un sistema de medidas sociales, socioeconómicas, y técnico productivas dirigidas a la utilización racional de los recursos naturales, la conservación de los complejos naturales típicos, escasos y en vías de extinción, la protección del hombre como principal elemento así como la defensa del medio ante la contaminación y la degradación. Es a partir de aquí donde se establece por primera vez el concepto de “Desarrollo Sostenible” y donde urge a la industria, desarrollar sistemas efectivos de gestión medio ambiental que hagan compatible el desarrollo industrial con la salvaguarda del planeta (Divo *et al.*, 2010).

La perspectiva ecológica del desarrollo sostenible, marcada por la noción de globalidad, surge principalmente como respuesta a los problemas ecológicos y sus derivaciones sociales, que lleva consigo el proceso de globalización de la economía. En la medida en que se considera que la globalización económica constituye un proceso inexorable por razones tecnológicas y geopolíticas, se asume la necesidad de introducir instrumentos de control ecológico de rango global, y ello implica examinar y regular la influencia ambiental de las actividades industriales más allá de sus efectos inmediatos en materia de contaminación (Estevan, 1997).

La complejidad de este tema requiere de una nueva ética, una nueva percepción de las vinculaciones entre el medio ambiente y las actividades

humanas. El éxito en esto no se alcanzará solo con un cambio conceptual, se necesitan nuevos enfoques y formas de hacer las cosas, así como de nuevas tecnologías sociales y productivas.

La Cumbre Mundial sobre Desarrollo Sostenible identificó la necesidad de modificar las prácticas insustentables de producción y consumo, por lo cual se hace necesario incrementar las inversiones en producciones limpias y ecoeficiencia. Es evidente que el objetivo de desarrollo sostenible precisa de la colaboración de las empresas. No obstante, se considera que el modelo empresarial vigente denota todavía ciertas carencias, fundamentalmente porque sus directivos y gestores tienden a considerar la variable medio ambiente como un elemento exógeno a la gestión empresarial. Así, existe la percepción generalizada por parte de las empresas de que dedicar recursos a la protección medioambiental reduce su competitividad, aún cuando la evidencia empírica parece demostrar lo contrario (Azzore & Noci, 1998; Hart, 1997; Izagirre, Tamayo, & Vicente, 2005).

Considerando la argumentación precedente, se estima necesario estudiar posibles estrategias de generación de valor a través de una gestión eficaz de las variables medioambientales. Al respecto, la producción limpia, el ecodiseño de productos y la logística inversa se presentan como procesos que pueden permitir a las organizaciones afrontar sus obligaciones en materia de gestión medioambiental, a la par que generar ventajas competitivas (Porter & VanDerLinde, 1995). Para ello, es preciso que la empresa incorpore dichos aspectos en la toma de decisiones estratégicas y operativas, tanto en las decisiones a largo plazo como a corto plazo (Tamayo & Vicente, 2007).

Las técnicas de minimización de residuos no siempre están basadas en tecnologías punta o deben requerir grandes inversiones de capital. Muchas técnicas son únicamente simples cambios en el manejo de los materiales de la línea de producción. A la hora de gestionar los residuos, hay que tener en cuenta que, en primer lugar, se ha de intentar minimizar éstos, En segundo lugar, habría que tratar los residuos generados y, por último, aquellos a los que

no se hubiese podido aplicar las técnicas anteriores serían depositados en lugares adecuados y seguros.

Las técnicas de minimización de residuos se pueden dividir en cuatro grandes grupos:

- Reducción en origen.
- Reducción de volumen.
- Reciclaje y recuperación.
- Tecnologías limpias.

La Producción Más Limpia o P+L es un concepto que busca establecer la responsabilidad explícita de los sectores industriales en este caso, y que según definición del Programa Ambiental de las Naciones Unidas (UNEP por sus siglas en inglés), es “la aplicación continua de una estrategia ambiental preventiva e integrada a los procesos productivos, los productos y los servicios, tendiente a reducir los riesgos relevantes para los humanos y el medio ambiente”, pero buscando incrementar la eficiencia, competitividad y rentabilidad de las mismas. Esta práctica se inició a partir de los mecanismos de Producción Limpia que durante las décadas de los 70 y 80 las empresas aplicaban de manera correctiva. Se conoció como ‘método de final de tubo’ y que consistía en darle un único tratamiento y en la última etapa del proceso a las sustancias o elementos contaminantes originados durante el mismo, con el fin de reducir el impacto que pudieran ocasionar al medio ambiente.

A diferencia de esta, la P+L, introdujo principios de prevención y de mejoramiento continuo a todas y cada una de las etapas de los procesos, productos y servicios para evitar la generación de efectos negativos sobre el medio ambiente.

Tecnologías limpias también se han llamado a aquellas que sustituyen la totalidad o partes sustanciales de los procesos industriales tradicionales altamente contaminantes por otros procesos de nueva concepción que, o bien no utilizan o producen los agentes contaminantes anteriores, o bien los mantienen en circuito cerrado, de modo que no se emiten al exterior en ninguna fase del proceso productivo (Estevan, 1997).

Es un concepto amplio que comprende la prevención de la contaminación, minimización de residuos o eco-eficiencia, poniendo énfasis en cómo pueden producirse los bienes y servicios con el menor impacto ambiental, y teniendo en cuenta las limitaciones económicas y tecnológicas. Es la aplicación sistemática de una estrategia ambiental para la reducción de los impactos negativos que generan las empresas en el medio ambiente. Por tanto es una necesidad del desarrollo, pues constituye una opción más atractiva y sostenible que eliminar o mitigar la contaminación, una vez que ésta se ha producido (Chales, Alderete, & Fuentes, 2007). A pesar de su amplitud este concepto es especialmente aplicable a empresas productivas, y fue diseñado específicamente para pequeñas y medianas empresas. Se ha demostrado que al aplicar medidas de producción más limpia, las empresas mejoran su productividad, reducen los costos y las cargas contaminantes (Betancourt & García, 2007; Chales *et al.*, 2007).

En términos generales, se puede decir que la P+L es un sistema de gestión ambiental que se adecua a la forma en que opera un negocio y posibilita su mejoramiento en el desempeño ambiental. Por tanto éste debe ser diseñado, implementado, coordinado y evaluado sólo por la empresa específica, acorde a su actividad comercial, cultura corporativa, clima organizacional, procesos industriales u operativos, infraestructura física, capacidad tecnológica, estado financiero y capacidad de inversión. La gestión ambiental es entendida como “aquellas actividades coordinadas para planificar, organizar, dirigir y controlar una actividad, y que a su vez, una actividad puede ser un programa, una organización, una entidad, etc. que tiene un conjunto de personas, instalaciones y recursos materiales y/o financieros que trabajan con un fin dado y tienen en consecuencia una disposición determinada de responsabilidades, autoridades y relaciones. Por tanto, es la capacidad de las personas de convertir objetivos en resultados (Pérez-Guerrero & Batista, 2002; Rodríguez-Fernández & Pérez-Guerrero, 2006).

Buenas prácticas de producción más limpia

Son una conducta a seguir en el camino de las producciones limpias. Constituye una estrategia en la prevención de la contaminación y un instrumento clave de la política ambiental. Esto permite relacionar de un modo más eficiente la economía con el medio ambiente y los factores sociales, tres dimensiones generalmente desvinculadas en el ámbito de las políticas públicas (MSA, 2004). Hace referencia a *la aplicación continua de una estrategia ambiental preventiva integrada aplicada a procesos, productos y servicios para mejorar la ecoeficiencia y reducir los riesgos para los humanos y el medio ambiente*. El concepto fue introducido por la Oficina de Industria y Medio Ambiente del Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente y aceptado en la Conferencia Mundial de Río como un paso importante hacia el desarrollo sostenible.

Toma como principio básico “que la contaminación no existe, no necesita eliminarse”. La experiencia ha demostrado que una producción más limpia es, a menudo, también rentable y la única opción viable que permite compatibilizar economía y ecología a largo plazo.

Una empresa puede llegar mitigar sus impactos ambientales si implementa una metodología de gestión ambiental que le permitirá definir cuáles son las acciones más convenientes a seguir, tomando como base el ciclo PHVA: Planear, Hacer, Verificar y Actuar; como indicadores de gestión, que guían el proceso a fin de garantizar que los objetivos empresariales en materia de P+L tiendan hacia el mejoramiento continuo (Obregón-Sánchez, 2012).

Es más beneficioso crear conciencia entre las directivas de las empresas, que invertir en sus procesos para prevenir el pago de cuantiosas sumas por multas debidas a las cargas contaminantes generadas. Las penalizaciones impuestas hacen cumplir las medidas de mitigación, control, compensación o corrección, que la mayoría de las veces resultan más costosas que evitar la generación de los impactos al inicio del sistema productivo (Campo, 2009). La implementación de esta práctica también evita los cierres definitivos por parte de las

autoridades ambientales, situación que a ningún sistema productivo le resultaría beneficioso debido a las pérdidas económicas que esto representa.

Las P+L constituyen la única vía de escape practicable y segura ante el insoluble dilema globalización-sostenibilidad, y no está desprovista de atractivo si es interpretada correctamente. Cualquier apuesta de gestión ambiental es una necesidad urgente a desarrollar, pues en juego no sólo está la competitividad o rentabilidad de una empresa, sino el futuro del planeta. Los niveles de deterioro en que se encuentra el medio ambiente, obliga a que la relación industria, comunidad y ecosistemas, se fortalezca en estrategias sostenibles a fin de garantizar la conservación y recuperación del medio ambiente, y por ende, la calidad de vida de quienes habitan en él (Estevan, 1997).

Esta práctica no contiene nada de retroceso histórico, ni de estancamiento, ni de declive técnico o económico. Antes al contrario, la construcción de sistemas productivos capaces de alcanzar la plena adaptación a su propio sustrato físico. Es establecer nuevas formas de interconexión con lo lejano tan satisfactorias como ambientalmente compatibles, y de conciliar ambos logros en sistemas suficientemente estables en el plano ecológico.

La implementación de Sistemas Integrados constituye una inversión que actualmente la empresa cubana de mayor crecimiento en su gestión, está aplicando de forma muy racional. La difícil situación económica existente, convierte a la aplicación de buenas prácticas empresariales en una necesidad para el acercamiento a la sostenibilidad. El proceso de obtención de la cal constituye un ejemplo de ello.

2. La producción de cal y sus principales impactos ambientales.

La cal es óxido de calcio que se obtiene de la calcinación de las rocas calizas. La caliza es una roca compuesta por lo menos del 50% de carbonato de calcio (CaCO_3), con porcentajes variables de impurezas, en su interpretación más amplia, el término incluye cualquier material calcáreo que contenga carbonato de calcio como mármol, creta, travertino, coral y marga. Cada uno de los cuales

poseen propiedades físicas distintas, sin embargo, generalmente se considera que la caliza es una roca calcárea estratificada compuesta principalmente de mineral calcita, que por calcinación da la cal viva (Guerrero-Hernández, 2001). Por las razones antes expuestas la explotación del yacimiento debe comenzar con estudios geológicos mineros, en los que se obtiene la información geológica y geoquímica de las áreas a explotar. De esta forma se puede obtener una materia prima con mayor calidad.

El proceso de obtención de la cal, explicado de forma general consiste en hacer maleable un material que en su forma natural no lo es. Se inicia con la extracción de rocas calizas en las canteras, para posteriormente quemarlas, dando como resultado la cal viva (CaO). Esta se mezcla con agua para obtener la cal apagada o hidratada y de esta forma darle el uso para el que esté destinada (Palma-Linares, 2010).

De manera general y sintetizada los procesos de obtención de la cal se describen como sigue:

1. El proceso de producción inicia en los yacimientos de calizas en los que se extrae la roca (**extracción**). Durante esta etapa se pone especial atención en controlar la composición química, granulometría y humedad de la materia prima, que es la piedra caliza.
2. Para poder extraer la roca se desbroza el área a trabajar y se lleva a cabo el **descortezado** y la **excavación** que se realiza según el plan de minado diseñado.
3. Se **transporta** la roca extraída hasta la Planta de cal “Pepito Tey” para su posterior trituración.
4. La **trituración** arrojará como producto trozos de menor tamaño que serán calcinados en hornos verticales. También puede realizarse una trituración secundaria cuando se requieren fragmentos de menor tamaño y se tienen hornos rotatorios para calcinar.
5. Después de triturada se **tamiza** para seleccionar la roca con determinado tamaño y se envía al horno para su calcinación. Consiste en las trituraciones y tamizajes primarios y secundarios de la piedra

caliza. Mediante la trituración y el tamizaje, se logra dar a las piedras el diámetro requerido para el horno de calcinación.

6. La **calcinación** se produce al quemar la roca (CaCO_3) y se libera dióxido de carbono (CO_2) quedando óxido de calcio (CaO) que es el resultado final de la calcinación de la roca caliza original. Aquí se pierde cerca de la mitad de peso, por la descarbonatación o pérdida del dióxido de carbono de la caliza original. Es un proceso endotérmico que requiere mucha energía para que la descarbonatación pueda ocurrir y es en este paso cuando la piedra caliza (CaCO_3) se “convierte” en cal viva (CaO).
7. Se enfría el CaO y se inspecciona cuidadosamente las muestras para evitar núcleos o piezas de roca sin calcinar.
8. Se somete al cribado con el fin de **separar** la cal viva en trozo y en guijarros (piedra pequeña, redondeada y lisa) de la porción que pasará por un proceso de trituración y pulverización para reducir más el tamaño y así obtener cal viva molida y pulverizada. En este proceso se separan de la cal hidratada los óxidos no hidratados (óxidos no hidratados como los de magnesio) y algunos carbonatos conocidos como “granaza” que no lograron ser hidratados en la etapa de hidratación.
9. En el enfriamiento la cal pueda ser manejada de manera que los gases calientes regresan al horno como aire secundario.
10. Durante el enfriamiento las rocas empiezan a absorber agua, proceso que se acelera agregando agua a las piedras, es lo que se conoce como apagado o **hidratación**, con lo cual se obtiene cal apagada ($\text{Ca}[\text{OH}]_2$). La hidratación es un proceso exotérmico, porque cuando se le agrega agua a la cal viva, la reacción libera calor. Finalmente, se deja reposar y se envasa (Abrams, 1996).
11. Finalmente, se procede al **envasado** del producto, el mismo se realiza por medio de una máquina especial de envasado y parletizado.

Todos los procesos son completamente industriales. En los mismos se llevan a cabo estrictos controles de calidad que permiten alcanzar las normas requeridas para la fabricación de cal hidratada. Para ello, se determina el cumplimiento de los requerimientos químicos (dióxido de silicio, óxido de aluminio, óxido férrico, óxido de calcio, óxido de magnesio,

óxidos no hidratados y dióxido de carbono) y de los requerimientos físicos de fineza y retención de agua permitiendo ello ofrecer un producto de máxima calidad. (FGHSA, 2012)

El proceso se puede sintetizar como se observa en la figura 1

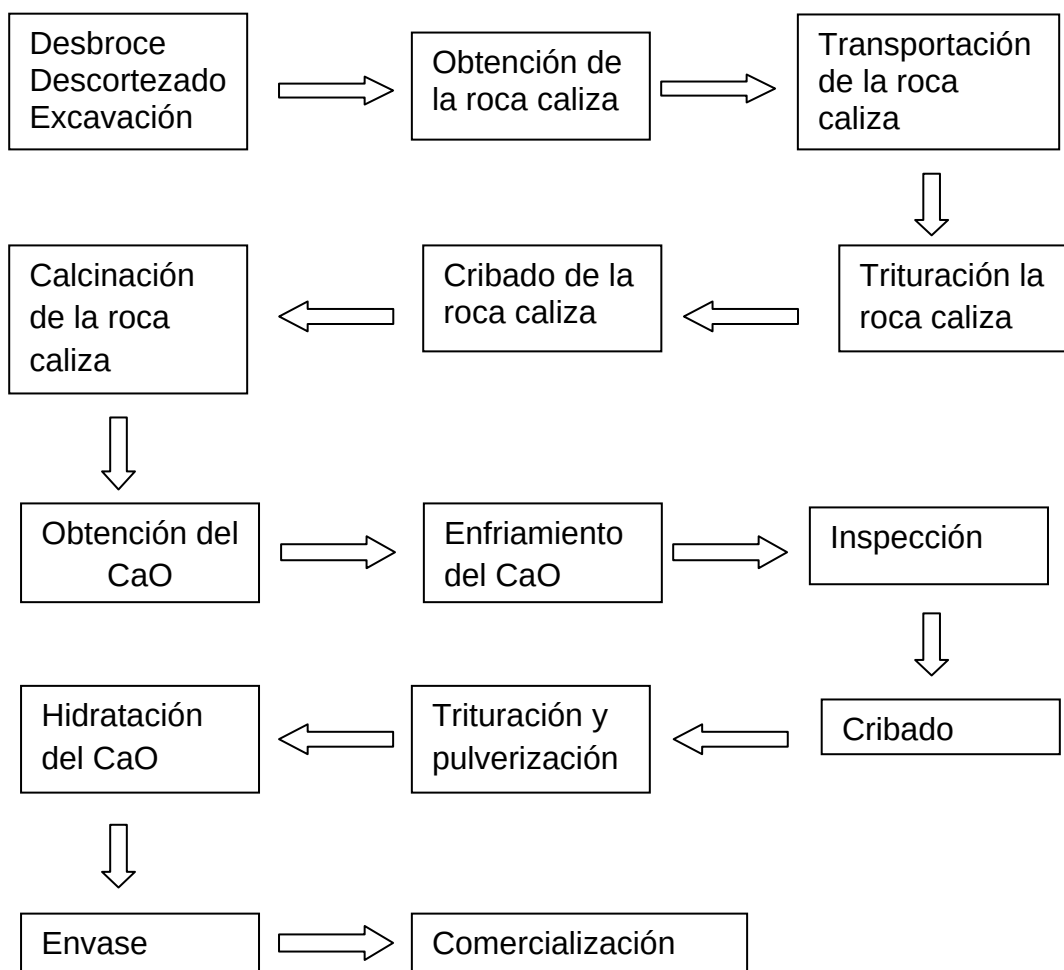


Figura 1. Procesos industriales para la producción de cal a partir de la roca caliza en la Planta de cal “Pepito Tey”.

La producción de cal constituye un proceso que genera afectaciones en los principales componentes abióticos de cualquier ecosistema. Es necesario conocer estas afectaciones para poder implementar P+L con el fin de lograr la sostenibilidad de estas producciones.

Sin embargo la cal constituye un producto de amplio uso en diferentes procesos industriales. A continuación se exponen sus principales aplicaciones.

3. La cal, su importancia y el uso en diferentes procesos.

La caliza constituye hoy día uno de los recursos minerales más explotados y utilizados a nivel mundial. Las primeras evidencias de explotación de la caliza se ubican entre el 2500 a.C-200 d.C. (Palma-Linares, 2010).

Su uso fue generalizado en la época prehispánica, fundamentalmente como material de construcción y para la nixtamalización. La nixtamalización es un proceso de precocción alcalina del maíz que permite que se desprendan los almidones y proteínas del grano seco para obtener la masa. Después de la cocción, el nixtamal se lava para eliminar el exceso de cal y se muele para obtener la masa. Los productos elaborados con esta masa eran y lo siguen siendo en la actualidad, una fuente de proteínas, calorías y calcio (Bello-Pérez, 2002).

3.1 Su uso en la construcción

El principal uso para el que se destinaba la cal en la antigüedad era el de la construcción ya que era la base para la elaboración de estucos y morteros. El estuco es un acabado que se le aplicaba a diversos elementos arquitectónicos como pisos, muros y techos. El mortero es la cal mezclada con arena o tierra utilizada como aglutinante en las construcciones de piedra.

En la construcción, la caliza se usa como “piedra de dimensiones” (conocida como cantera), cortada en diferentes formas y tamaños para la construcción de muros y monumentos; en forma de piedra partida, se usa como balastro para ferrocarriles y como agregado para la formación del concreto (hormigón) y la construcción de caminos. La cal se usa en morteros para albañilería, en enlucidos del concreto, como agente estabilizador del suelo y en la construcción de caminos de tierra. Se usa en el recubrimiento de superficies (pintura, barnices), estabilización de carreteras, entre otros (Quiminet, 2012).

3.2 Su uso en la agricultura

Otro uso de la cal es en la agricultura (Lazcano-Ferrat, 2012). Es uno de los factores más importantes en la producción exitosa de cultivos. El exceso de

acidez es uno de los principales obstáculos para la obtención de altos rendimientos y productividad de los suelos a largo plazo.

Los beneficios de un programa confiable de encalado son los siguientes:

- El uso de la cal en el suelo con pH bajos protege el ambiente,
- Mejora las propiedades físicas, químicas y biológicas de los suelos,
- Incrementa la eficiencia de los nutrientes y de los fertilizantes,
- Incrementa la fijación simbiótica del Nitrógeno (N) en las leguminosas,
- Influye en la disponibilidad de nutrientes para la planta,
- Reduce la toxicidad de algunos elementos minerales,
- Mejora la efectividad de ciertos herbicidas,
- Aportan calcio (Ca), magnesio (Mg), y otros nutrientes minerales.

3.3 Su uso en la industria azucarera

En la industria azucarera (Falcón-Piedra, 1995) la cal es el agente químico más ampliamente utilizado, y aún cuando se han probado más de 600 sustancias diferentes para sustituir la cal, esta no ha podido ser sustituida hasta la fecha. Su principal uso es en el proceso de alcalinización del guarapo, lo cual permite separar las impurezas y obtener un jugo con mejor calidad para los siguientes procesos.

El jugo que sale de los molinos es un líquido ácido, opaco y de color verdoso que contiene impurezas solubles e insolubles, tales como tierra, proteínas, ceras, goma y materia colorante. La adición de la cal se realiza para eliminar la mayor parte de estas impurezas mediante el proceso de clarificación o defecación. También se usa la cal en el proceso de refinación del azúcar (Quiminet, 2012).

3.4 Su uso en la industria metalúrgica

Otra aplicación importante de la cal, la que supone un porcentaje de mercado más elevado, es la siderúrgica (Guerrero-Hernández, 2001). En este sentido tiene varios usos:

- Para defosforar y desulfurar el acero. Tan importantes son esas funciones que no se puede fabricar ningún tipo de acero sin la cal,

- Su aplicación es fundamental en la defosforación de la materia prima, tanto en el convertidor como en el horno eléctrico,
- Como piedra fundente en los hornos, principalmente en los de hierro y metales no férreos,
- Las propiedades básicas de la cal permiten eliminar las impurezas ácidas de las menas de hierro,
- Sirve para separar la sílice y producir una escoria delgada y básica que recoja y retenga las impurezas que se separen del metal,
- En la manipulación de minerales por flotación se añade cal para crear un circuito alcalino,
- Para la concentración de minerales,
- En la fabricación de alambre,
- En el tratamiento de minerales de oro y plata,
- En la refinación del cobre y del plomo

El consumo de cal en acería supone aproximadamente entre el 40 y el 55% del porcentaje de ventas de una fábrica de cal. No puede existir ninguna fábrica de cal, digna de su nombre sin un cliente siderúrgico.

3.5 Otros usos

- En los procesos de cianuración para neutralizar las sales ácidas solubles, coagula fangos y protege contra el anhídrido carbónico
- En operaciones para fabricación de la pulpa de papel,
- En procesos de neutralización de ácidos,
- Como relleno de muchos productos comerciales,
- En la purificación del agua
- En el tratamiento de las aguas residuales de las poblaciones e industrias,
- Control de la contaminación atmosférica (desulfuración de la atmósfera),
- Obtención de polvos de blanqueo,
- Tratamiento de artículos de piel,
- Inertización de residuos sólidos urbanos e industriales (Guerrero-Hernández, 2001)

Se emplea en la producción de productos químicos como por ejemplo:

- Hidróxido de sodio
- Carburo de calcio
- Cloruro de cal
- Vidrio
- Algunos insecticidas
- Celulosa y en la producción de papel (Spinetti, 2012).

La cal, como producto antiguo que es, tiene un mercado bastante estabilizado; sin embargo, su gran reactividad, como base química fuerte, puede abrirle en el futuro nuevos mercados que dependerán fundamentalmente de la aplicación estricta de las medidas correctoras del medio ambiente: por ejemplo, la depuración de efluentes gaseosos en las centrales térmicas (desulfuración de la atmósfera), inertización de vertederos de residuos sólidos urbanos o industriales, tratamiento (corrección del pH o neutralización) de distintos residuos líquidos urbanos o industriales. Todas esas nuevas aplicaciones podrían ampliar el mercado tradicional de la cal y compensar en cierta medida la reducción de consumo en aplicaciones siderúrgicas como consecuencia de la mejora de los procesos, en cierta medida compensada por el aumento de producción.

3.6 La producción de cal en Cuba

En Cuba la producción de cal se produce con escasos controles técnicos, sin instrumentación y con una preparación mínima requerida. Esto pone de manifiesto el desconocimiento y el descontrol técnico existente en el país alrededor de esta producción que se caracteriza por una transferencia de tecnología mal absorbida (Ochoa-Monteagudo, 2007).

El desarrollo de esta industria ha estado condicionado solo por la compra en el exterior, por la tecnología y el equipamiento requerido para la reconversión tecnológica realizada, con escasos esfuerzos de investigación y desarrollo para la mejora de la eficiencia de esta industria.

La costosa simplicidad con que se desenvuelve esta industria en Cuba no tiene en cuenta conceptos básicos, considerando los hornos solo como el lugar donde se le da candela a la piedra (Giftopoulos, 1996; Whitcomb, 1961; Wingate, Sakula, & Hill, 1985; Wuhler, 1963) y no como lo que verdaderamente son, reactores químicos donde ocurren complejos procesos interrelacionados.

Un ejemplo de la complejidad de este proceso lo constituye la combustión del combustible, la transferencia de los gases a las rocas, el precalentamiento y sobrecalentamiento de las rocas, la disociación de los carbonatos y las pérdidas de calor que ocurre durante el proceso de calcinación realizado en los hornos.

El coste del combustible usado en los hornos representa el 50 % de los costes de producción de la cal hidratada (Smith, 1994). Sin embargo en Cuba se continúan usando hornos rústicos, los cuales causan una baja eficiencia en la producción de cal debido al derroche de combustible y materia prima. También se caracterizan por un uso deficiente del calor, lo cual encarece el proceso de producción de la cal (Ochoa-Monteagudo, 2007). El derroche de combustible y materia prima incrementa las emisiones al aire de sustancia con efecto invernadero y agotadoras de la capa de ozono, además genera otros impactos asociados, como por ejemplo las afectaciones al paisaje, al suelo y al agua.

A mediados de la década de 1970 comenzó en Cuba un proceso de reconversión industrial de la producción de cal. Este proceso incluyó la concentración en medianas instalaciones industriales de la antigua que estaba dispersa y era ineficiente y artesanal. En estos casos la producción de cal era hecha en hornos rústicos y destinada como agente químico a los centrales azucareros. Aquí ocurrió y aún ocurre un problema de transferencia tecnológica mal absorbida (Martínez, 1993). En aquella etapa se compró a México el equipamiento de producción y el diseño de los hornos, pero no se realizó el entrenamiento en centros especializados del personal técnico para la operación de estas plantas (Ochoa-Monteagudo, 2007).

CAPÍTULO III. MATERIALES Y MÉTODOS

1. Área de estudio. Condiciones naturales.

La Planta de cal “Pepito Tey” pertenece a la Empresa de Servicios Técnicos Industriales ZETI, Sucursal Cienfuegos. La zona que ocupa se localiza al noreste del asentamiento Pepito Tey en las coordenadas planas X: 568 750; Y: 256 910 (figura 2). Se localiza en la gran unidad de relieve, llanura de Cienfuegos con una morfología de llanura ondulada con alturas de hasta 75 msnmm y manifestaciones de fenómenos cálcicos subterráneos y superficiales.

Las características climáticas predominantes coinciden con las del clima tropical con influencia marítima y la distribución estacional de las lluvias en dos periodos bien definidos: El lluvioso de mayo a octubre y el poco lluvioso de noviembre a abril. La marcha anual de las temperaturas en el área es regular. El régimen de vientos en la zona, de acuerdo a su distribución frecuencial, presenta un predominio anual de vientos del **NE** con una velocidad igual a 10.9 km/h. Las calmas son pocas frecuentes con una frecuencia anual de 33.8 %.

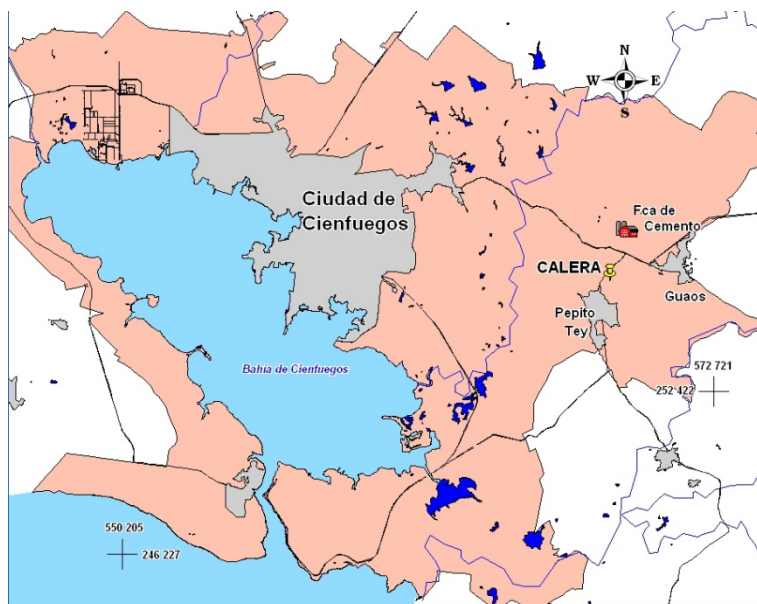


Figura 2. Localización geográfica de la Planta de cal “Pepito Tey”.

El área que ocupa la industria se localiza en la cuenca del río Arimao y las áreas de explotación del yacimiento se localizan una parte en la cuenca del río Arimao y otra en la del río Caunao, la zona coincide con el tramo estuarino.

Tipo de investigación: Descriptiva

La investigación describió de manera independiente los conceptos y las unidades de análisis durante el desarrollo de la misma. Requirió de un conocimiento básico y profundo en relación a la gestión ambiental. Este enfoque permitió formular las preguntas específicas que se necesitaban para el desarrollo del estudio. La descripción en todo momento consideró los resultados de la valoración de las prácticas aplicadas, lo cual permitió identificar las acciones necesarias para incrementar la gestión ambiental en la Planta de cal “Pepito Tey”.

Muestra

La muestra fue no probabilística o intencional, llamada también muestra dirigida, porque supone un procedimiento de selección informal y un poco arbitrario (Hernández-Sampiere, 2004). En este estudio la muestra incluyó un grupo de trabajadores y directivos cuyas acciones tuvieron mayor incidencia sobre los factores ambientales afectados por la producción de cal. La relación de los trabajadores y directivos entrevistados se exponen en el Anexo I.

2. Unidades de análisis. Su conceptualización.

Tabla 1. Unidades de análisis

Unidades de análisis	Dimensión	Indicadores
Impacto Ambiental	Empresarial y ambiental	- Ver Anexo III
Gestión ambiental durante el desarrollo de los procesos	Institucional, político y cultural	-Acciones realizadas por proceso desarrollado en la Planta de cal "Pepito Tey" de Cienfuegos.

1. Impacto Ambiental

De acuerdo a lo establecido en el Reglamento para la Prevención y Control Ambiental se considera impacto ambiental a todo efecto que se manifieste en el conjunto de "valores" naturales, sociales y culturales existentes en un espacio y tiempo determinados y que pueden ser de carácter positivo o negativo (Fabre-Moraes, 2011). Para este caso se tuvieron en cuenta sólo los impactos ambientales significativos.

Impacto ambiental significativo: Un impacto ambiental significativo es aquel que por su trascendencia ambiental deberá tomarse como prioritario.

2. Gestión ambiental

La gestión ambiental es el conjunto de acciones encaminadas a lograr la máxima racionalización en el proceso de decisión relativo a la conservación, defensa, protección y mejora del medio ambiente, basada en una coordinada información multidisciplinar y en la participación ciudadana (Lorenzatti & Lenardón, 2000). Es un sistema de articulación de intereses entre los actores sociales que intervienen sobre el medio y que representa por tanto una remisión a un conjunto de actividades, mecanismos, acciones e instrumentos dirigidos a garantizar la administración y uso de los recursos naturales, mediante formas racionales, dentro de las cuales tienen un lugar especial la

conservación y el mejoramiento de los mismos (Núñez, 2003). El análisis de la gestión ambiental en el proceso de producción de cal aplica los conceptos antes mencionados e incluye las acciones realizadas para minimizar la contaminación ambiental.

3. Herramientas usadas en la investigación

Como herramientas de investigación se emplearon **el análisis documental, la observación participante y la entrevista estructurada**. El análisis documental permitió profundizar en las regulaciones, estrategias y los aspectos teóricos y prácticos en relación a la gestión ambiental realizada por la Planta de cal “Pepito Tey”.

Los documentos usados en la investigación fueron de naturaleza institucional o grupal, como por ejemplo:

- Las normas ISO 14000, específicamente la 14001 y su Guía de implementación, así como la 14004.
- La Guía Metodológica para la ejecución de los diagnósticos ambientales con vistas al Reconocimiento Ambiental Nacional (CIGEA, 2012).
- Manual de Procedimientos para el Proceso de Producción de Cal, y todas las normas técnicas y regulaciones aplicables a los procesos revisados.
- Para la evaluación de impactos se tomó en cuenta, además, la Guía Metodológica para la Evaluación del Impacto Ambiental (Conesa, 2003).

La observación participante se usó como una alternativa distinta a las formas de observación convencional. Fue realizada por el propio investigador de este estudio. Esta herramienta facilitó la obtención de un conocimiento básico en relación al accionar de esta empresa. De esta forma se pudieron observar las prácticas aplicadas para la producción de cal y sus impactos ambientales desde su generalidad, hasta los escenarios más específicos. Para ello se empleó una estrategia de comunicación de apertura y cierre flexible, con preguntas dirigidas, refinadas y focalizadas en el tema investigado.

Se realizó una entrevista estructurada o en profundidad a las personas claves en la producción de cal. Las preguntas fueron focalizadas sobre la implementación de buenas prácticas en la gestión ambiental. Se usó una conversación profesional que surgió de una manera natural para poder realizar un estudio analítico y poder contribuir a la valoración de las prácticas socioculturales usadas y a la identificación de buenas prácticas.

Se trató de obtener respuestas espontáneas, en vez de forzadas, se brindó confianza al entrevistado y flexibilidad en el diálogo sostenido lo cual garantizó la profundización en el tema estudiado. Esto permitió encontrar lo importante y significativo en la mente de los informantes, sus significados, perspectivas e interpretaciones, acerca de las prácticas usadas.

También se mantuvo durante las entrevistas una posición neutral por parte del investigador ante las opiniones de cada entrevistado para mitigar la influencia mutua que puede aparecer durante la entrevista. La animación al entrevistado a dar respuestas concretas permitió sacar las implicaciones afectivas y con carga valórica de las respuestas de los sujetos y determinar si la experiencia tuvo significación central o periférica. Los resultados de la entrevista unidos a los de la revisión documental permitieron la obtención de los resultados de esta investigación.

Para el diseño de la entrevista (Anexo II) se extrajeron elementos representativos de la interacción individuo-objeto e individuo-individuo que se establece en los procesos de obtención de la cal.

Para la identificación de los aspectos ambientales se usó el criterio de un grupo de expertos del Centro de Estudios Ambientales de Cienfuegos. El aspecto ambiental se define como el elemento de las actividades, productos o servicios de una organización que puede interactuar con el ambiente (NC-ISO 14001:2001).

Para la evaluación de los impactos ambientales se usó la “Matriz de importancia de Conesa, (2003). En ella se realiza un estudio del impacto que

sobre el medio ambiente tiene un proyecto, obra o actividad. El impacto se caracteriza por su signo (+: positivo, -: negativo o x: indeterminado) dependiendo de su naturaleza; y por su valor, que está determinado por su importancia y por su magnitud. La importancia o grado de manifestación cualitativa a su vez se determina por el grado de incidencia (intensidad) y por su caracterización (extensión, plazo de manifestación, persistencia, reversibilidad, sinergia, acumulación, efecto, periodicidad y recuperabilidad). La magnitud está dada por la cantidad y la calidad del impacto.

El impacto se determinó por una fórmula matemática y cada uno de estas variables mencionadas tuvo un valor numérico (Anexo III), que fue asignado por un grupo de expertos, en este caso, fueron analizadas por expertos del Centro de Estudios Ambientales de Cienfuegos (CITMA) y se utilizó el software GAIA, (Muñoz, Díaz, & Seisdedo, 2007) que toma en consideración a la Matriz de Importancia.

Esta Matriz clasifica los impactos con valores menores de 25 como Despreciables, entre 25 y 50 Moderados, entre 50 y 75 Severos y mayores de 75 Críticos.

CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

1. Características socio-económicas y ambientales de la Planta de cal “Pepito Tey” de Cienfuegos.

La Planta de cal “Pepito Tey”, localizada en el municipio de Cienfuegos a 1.5 Km. del asentamiento Pepito Tey realiza como proceso industrial fundamental la producción de Hidrato de Cal para la industria azucarera. Fue fundada en julio de 1985, y cuenta con 119 trabajadores. Los asentamientos de Guaos, Pepito Tey y Arimao constituyen sus principales aportes de mano de obra. La accesibilidad a la planta se realiza por el vial de acceso al asentamiento Pepito Tey, al que se puede acceder por la carretera Cienfuegos – Cumanayagua o por la de Cienfuegos - Trinidad.

Su estructura responde al siguiente organigrama (Figura 3).

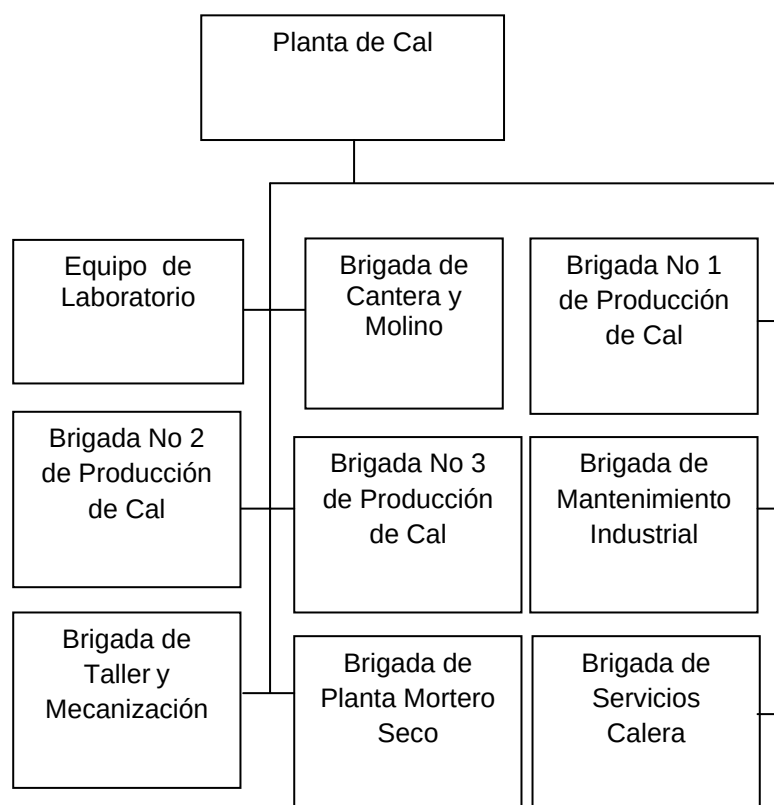


Figura 3. Organigrama de la Planta de cal “Pepito Tey”.

La explotación de canteras de rocas calizas ha ocasionado severas modificaciones en el relieve circundante y en la vegetación autóctona del área, creando variaciones paisajísticas en el entorno. La calidad ambiental general en el área está afectada principalmente por la emanación de partículas de polvo en suspensión y por la explotación no sustentable de las canteras (modificaciones severas en el paisaje) entre otras. La localización de varias viviendas dentro del radio de protección sanitaria de esta industria, reveló el incumplimiento de la Norma Cubana 37/99 “Atmósfera”.

2. Flujo del proceso industrial

El proceso de obtención de la cal en esta industria es muy similar al de otros países (figura 4).

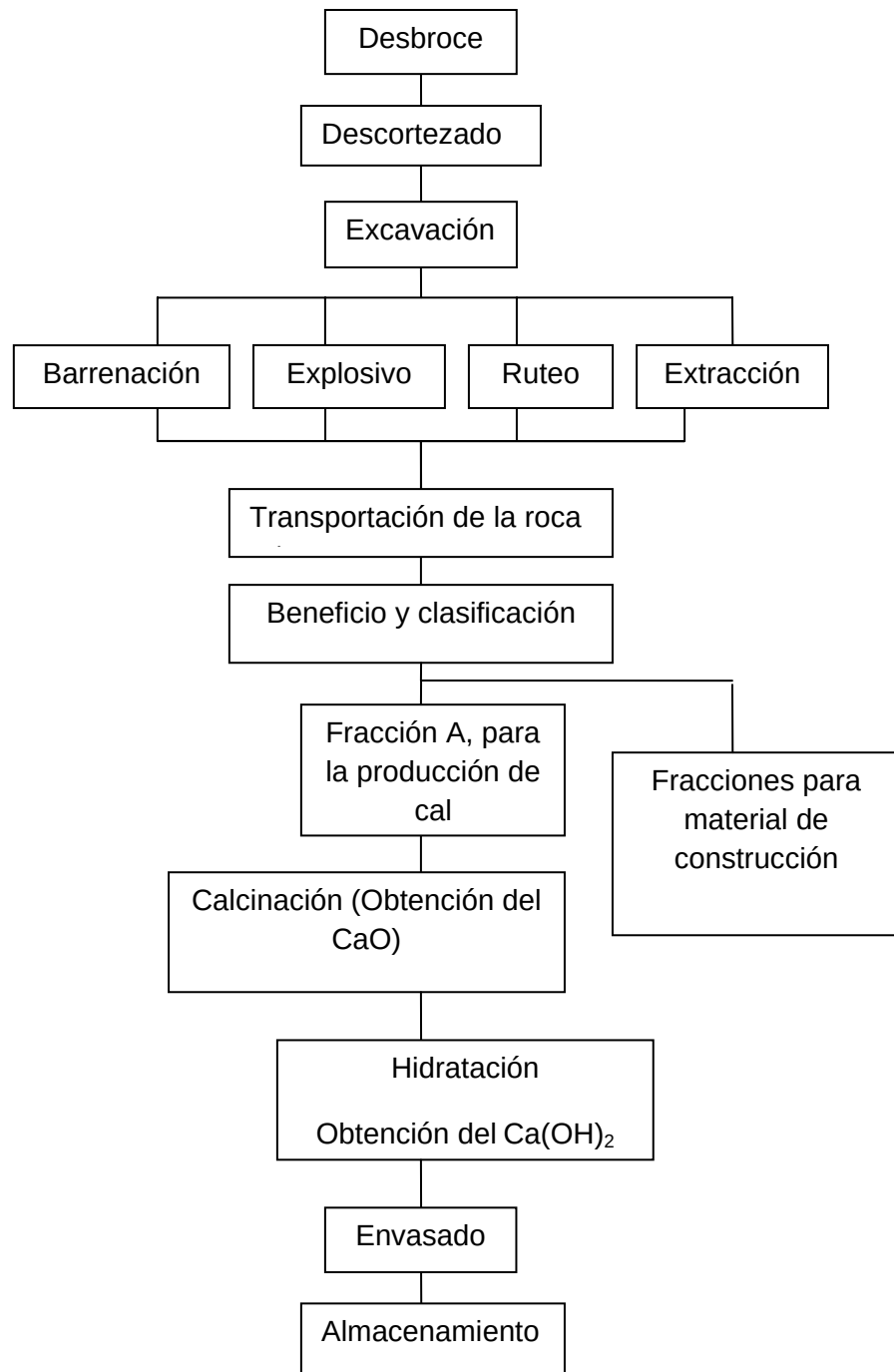


Figura 4. Flujo de los principales procesos desarrollados en la Planta de cal “Pepito Tey”

3. Caracterización de las prácticas y de los procesos desarrollados en la Planta de cal “Pepito Tey”.

Esta industria está desde hace más de 30 años, y su tecnología ha tenido escasas modificaciones. Los diferentes procesos industriales se caracterizan por tener un alto componente artesanal, lo cual guarda estrecha relación con la mayoría de los impactos ambientales identificados.

- Según los resultados de la entrevista durante el proceso de descortezado para la obtención de la roca caliza, el suelo removido se dispone en un lugar dentro del área. Una vez finalizada la explotación del yacimiento se vuelve a colocar en toda la superficie afectada. Sin embargo en el recorrido por antiguas zonas de explotación se observó afectaciones en el paisaje por depresiones del terreno.
- No disponen de equipos de medición para la detección de la temperatura óptima que debe alcanzar el horno en el proceso de calcinado. La identificación se realiza por la propia experiencia del operador. Esta práctica puede generar sobrecalentamiento de la roca caliza durante el proceso de calcinación, con disminuciones en el porcentaje de cal obtenido e incremento en el consumo de combustible. También puede suceder que la temperatura alcanzada esté por debajo del valor óptimo, lo cual de la misma forma, disminuye el porcentaje de cal obtenido.
Tampoco tienen automatizado la adición de agua al óxido de calcio para la formación de la cal hidratada, lo cual también pudo generar pérdidas.
- Las tuberías conductoras del combustible hasta los hornos no están totalmente amiantadas, lo cual ocasiona una pérdida de calor que se convierte en un mayor consumo de combustible y afectaciones al ambiente.
- Los medios usados para el tamizado tienen un largo tiempo de explotación, lo cual pudo dificultar el resto del proceso industrial.
- Los residuos del tamizado que se comercializan como materiales de construcción fueron almacenados en las áreas exteriores de la industria a cielo abierto. Aunque tienen establecido que el almacenamiento no puede ser superior a 30 días en ocasiones ocurren precipitaciones durante los días de permanencia, lo cual constituyó fuente de

contaminación por sólidos a las aguas superficiales que alimentan al río Arimao, aguas arriba de la Laguna Guanaroca. Dicha laguna constituye un área protegida (por ser refugio de fauna) y está experimentando un proceso de sedimentación con una marcada disminución del espejo de agua. Por tanto los aportes de sólidos realizados por este concepto tributaron a su azolvamiento.

El arrastre de estos sólidos también constituyó una pérdida económica para la empresa si se considera que es material que se dejó de vender.

La capacidad de almacenamiento de la cal embasada en sacos es escasa en relación con la producción de la fábrica. Esto ocasiona que cuando se producen picos en la producción unido a una limitación en la comercialización de la cal, la misma tuvo que almacenarse en las áreas exteriores a cielo abierto. En la entrevista realizada se informó que la acumulación de cal fuera del almacén techado es durante cortos períodos de tiempo, y cuando llueve detienen la producción. Este tipo de almacenamiento puede tributar a la pérdida de la calidad del producto.

- El laboratorio no cuenta con todo el equipamiento necesario para la realización de los análisis. Esto generó un consumo adicional de recursos y puso en riesgo el control de calidad que debe realizar el mismo.
- No contaron con Normas para la obtención de cal, calidad de la materia prima y producto terminado por haber sido derogadas anteriormente.
- El estado general de las instalaciones en la Planta de cal “Pepito Tey” es deficiente.
- Las áreas exteriores y de jardinería presentaron escasa cobertura vegetal de alto y mediano porte, que no sólo manifestaron una negatividad paisajística, sino que dejaron a la entidad desprovista de una franja verde de protección ambiental
- En la entidad no contó con un metrocontador de agua, dificultándose el conocimiento del consumo de este recurso natural. Tampoco tienen índice de consumo de agua.
- Los trabajadores no cuentan con todos los medios de protección necesarios establecidos dentro del documento que tiene elaborado el centro para la protección e higiene del trabajo. No se observó a ningún

trabajador usando medios para proteger su respiración del polvo presente en casi todas las áreas del proceso industrial. Incluyendo a los de las área de empaque donde la densidad de polvo en la atmósfera laboral es elevadísimo a causa de la tecnología rudimentaria usada. Sin embargo se observó el empleo de cascos por los trabajadores que laboran en algunas áreas de la industria.

- El muro de contención de los tanques de almacenamiento de combustible no cumple los requisitos de la Norma Cubana 96-38:83, además no tienen trampas de grasa, realizando aportes al medio.
- El tanque séptico que trata los residuales albañales se infiltra al manto, cuestión que se pudo verificar al conocer que nunca se ha limpiado con carros fosas. Esto causa afectaciones a la calidad del agua subterránea de la zona.
- Los residuales procedentes del fregado de carros son tratados mediante una trampa de grasa y finalmente se incorporan a las aguas superficiales que alimentan al río Arimao.
- No existe inventario de los productos químicos tóxicos y desechos peligrosos.
- El almacenamiento de gases no cumple con los requisitos establecidos.
- Para la cocción de los alimentos en el comedor usan leña, lo cual adquiere de las áreas circundantes. Esta práctica además de contribuir a la deforestación de dichas áreas genera contaminación del aire (incluyendo el área de trabajo de la cocina).
- Los desechos sólidos combustibles (papeles y otros) son quemados, realizando aportes de gases contaminantes a la atmósfera.
- La superación de los trabajadores la realizan mediante la consulta de documentos técnicos que reciben del organismo a nivel central. Sin embargo no tienen acceso a internet ni intranet, lo cual limita el desarrollo profesional.
- Tienen elaborado un banco de problemas, donde incluyen las necesidades tecnológicas para incrementar la eficiencia de la industria.
- Elaboraron y presentaron trabajos de innovación tecnológica en talleres y fórum. Fueron ejemplo de estos trabajos la sustitución del sistema de

canelones por batería ciclónica, la cual realiza la transportación con mayor rapidez y disminuye las emanaciones de polvo a la atmósfera laboral. Instalaron boquillas en los pantalones (horno) para retener las piedras y permitir su enfriamiento. También introdujeron un sistema de precalentamiento del combustible, lo cual permite que el combustible entre a los quemadores caliente y no se tupan los mismos.

- Los residuales líquidos procedentes de la cocina comedor son enviados a la laguna de oxidación del asentamiento.
- No tienen elaborados todos los procedimientos de trabajo para cada proceso realizado.

Sin embargo en la entrevista realizada a los especialistas, técnicos y trabajadores de la entidad se conoció que existe un marcado interés por mantener esta industria produciendo, a pesar de las limitaciones económicas y los impactos de la tecnología usada. También se verificó que existe un marcado sentido de pertenencia.

4. Identificación de los aspectos e impactos ambientales de la Planta de cal “Pepito Tey”

Tabla 2. Procesos, aspectos e impactos ambientales de la Planta de cal “Pepito Tey”

<i>Acción o proceso impactante</i>	<i>Aspecto</i>	<i>Impacto</i>
Desbroce	-Pérdida de la vegetación y hábitat de la fauna.	-Afectaciones de la biota. -Modificaciones del paisaje
Descortezado	-Pérdida del suelo	-Afectaciones en la geomorfología, suelo y geología. -Afectaciones en la biota

Excavación • Excavación en roca blanda • Barrenación y Detonación • Ruteo • Excavación final • Carga y acarreo	-Modificaciones del relieve. -Compactación del suelo por equipos pesados. -Acumulación de materiales extraídos. -Utilización de explosivos -Generación de ruido. -Emisión de polvo -Explotación del yacimiento. -Generación de empleo	-Afectación del drenaje pluvial. -Contaminación de aguas superficiales. -Accidentes potenciales de trabajo. -Contaminación sónica. -Contaminación atmosférica -Agotamiento de recurso natural. -Contaminación de aguas subterráneas -Afectaciones en la geomorfología, suelo y geología. -Afectaciones del medio perceptual
Transportación de la roca caliza	-Compactación del suelo. -Derrame de hidrocarburos -Emisión de polvo	-Disminución de la fertilidad del suelo -Afectaciones en la geomorfología, suelo y geología.
Beneficio y Clasificación	-Generación de ruido -Emisión de polvo -Operaciones laborales en altura -Deposición de polvo y partículas de mayor tamaño en el suelo -Derrame de hidrocarburos	-Contaminación sónica. -Contaminación atmosférica. -Accidentes potenciales de trabajo. -Contaminación de aguas superficiales. -Contaminación del suelo. -Pérdidas económicas -Beneficio económico
Calcinación	-Emisión de gases de combustión (CO_x, NO_x, SO_x). -Emisión de CO_2 producto de la calcinación del CaCO_3.	-Contaminación atmosférica -Accidentes de trabajo

	-Condiciones anormales de trabajo (desprendimiento de calor, exposición a quemaduras y operaciones laborales en altura). -Generación de ruido. -Emisión de polvo. -Derrames de hidrocarburos. -Generación de desechos sólidos. -Sobreconsumo de fuel oil -Generación de empleo. -Producción de cal	-Contaminación sónica -Contaminación atmosférica -Contaminación del suelo -Contaminación de aguas superficiales. -Agotamiento de recurso natural. -Pérdidas económicas. -Afectaciones del medio perceptual. -Bienestar social. -Beneficio económico.
Hidratación de la cal	-Emisión de polvo	-Contaminación atmosférica -Pérdidas económicas -Bienestar social -Beneficio económico
Envasado de la cal	-Emisión de polvo. -Exposición a sustancia cáustica. -Generación de ruido.	-Contaminación atmosférica -Accidente de trabajo. -Contaminación sónica
Almacenamiento de la cal	-Instalación sin condiciones de almacenamiento. -Parte del producto terminado se dispone en pilas a cielo abierto	-Contaminación de aguas superficiales. -Pérdidas económicas
Producción de baldosas	-Emisión de polvo -Generación de ruido -Derrame de hidrocarburo -Generación de desechos sólidos y líquidos	-Contaminación atmosférica -Contaminación sónica -Contaminación de aguas superficiales -Bienestar social -Beneficio económico
Producción de pintura	-Emisión de polvo -Derrame de materia prima y producto terminado	-Contaminación atmosférica -Contaminación

		de aguas superficiales. -Pérdidas económicas -Bienestar social -Beneficio económico
Cocina-Comedor	-Consumo de leña. -Emisión de gases de combustión.	-Contaminación del aire -Deforestación -Bienestar social
Oficinas y servicios sanitarios	-Generación de desechos sólidos y residuales líquidos.	-Contaminación atmosférica. -Contaminación de aguas subterráneas
Talleres	-Derrame de hidrocarburo. -Generación de residuales sólidos (que incluye residuos metálicos). -Generación de residuales líquidos (lavado de carros).	-Contaminación de aguas superficiales. -Accidentes potenciales de trabajo -Pérdidas económicas -Beneficio económico
Almacenes de combustible	-Derrame de hidrocarburo. -El almacenamiento de líquidos y gases combustibles no cumple con los requisitos establecidos en la Norma Cubana 96-38:83 y la Norma Cubana 96-02-17:87	-Contaminación de las aguas superficiales. -Accidentes potenciales de trabajo.
Organización administrativa y/o de apoyo	-Deficiencias en la tenencia, organización y cumplimiento de procedimientos técnicos y ambientales y en la definición de roles y responsabilidades -Insuficiente capacitación del personal. -Déficit de equipos, medios e instrumentos de trabajo -Mal estado de áreas perimetrales, verdes y de jardinería	-Afectaciones al medio perceptual.

5. Descripción y evaluación de impactos, según la matriz de importancia de Conesa (2003).

1.- Afectaciones de la biota: Impacto negativo no mitigable, que ocurre por pérdida de vegetación y de hábitats para animales en los procesos de Desbroce (Moderado) y Descortezado (Severo).

2.- Modificaciones del paisaje: Impacto negativo mitigable que se produce como resultado de la pérdida de vegetación, cambios del relieve y acumulación de materiales, que originan los procesos de Desbroce (Moderado), Descortezado (Moderado) y Excavación (Moderado).

3.- Afectaciones en la Geomorfología, suelo y Geología: Aunque no de forma conjunta, estas afectaciones ocurren en los procesos de Descortezado (Moderado) y Excavación (Moderado). Es un impacto negativo no mitigable.

4.- Contaminación de aguas subterráneas: Por infiltración al manto de los residuales líquidos que se disponen en la fosa. Es un impacto negativo Moderado y mitigable.

5.- Afectación del drenaje pluvial: Se produce por las modificaciones del relieve y la acumulación de materiales extraídos en el proceso de explotación de la cantera (Moderado). Es un impacto negativo, mitigable en parte.

6.- Contaminación de aguas superficiales: Ocurre fundamentalmente por los derrames de hidrocarburos en los tanques de almacenamiento de fuel oil (Moderado); por arrastre de sólidos que se depositan en terreno de Excavación (Moderado), Beneficio y Clasificación (Moderado), Almacenamiento de cal (Moderado), Producción de pintura (Moderado) y Producción de baldosas (Moderado). Existe una contaminación potencial de las mismas por mal diseño de los muros de contención de los tanques de almacenamiento de Fuel oil y Diesel. Es un impacto negativo, mitigable

7.- Accidentes potenciales de trabajo: Pueden ocurrir en los procesos de Excavación durante la barrenación y detonación de la roca caliza (Moderado), en el proceso de Beneficio y Clasificación porque se realizan operaciones laborales en alturas (Moderado), en el de calcinación por la exposición a quemaduras y trabajos en altura (Moderado), en el Envasado de la cal por exposición a sustancia cáustica (Moderado), en los almacenes de combustibles líquidos o gaseosos debido a que su inadecuado almacenamiento es un riesgo

potencial de incendios y explosiones (Moderado), por ocurrencia de shock eléctricos a causa del incumplimiento de requisitos establecidos en instalaciones eléctricas, por carencia de los medios de protección personal y de procedimientos o instrucciones de puestos de trabajo. Es un impacto negativo mitigable

8.- Contaminación sónica: Produce afectaciones de la salud en el sistema auditivo y nervioso de los trabajadores en todos los procesos fundamentales donde hay ruido significativo, en Excavación, Beneficio y Clasificación y Envasado de la cal. Es un impacto negativo, Moderado y mitigable.

9.- Contaminación del aire: Se produce por la emisión de polvo y de gases de combustión. Está latente en todos los procesos fundamentales de la producción de cal, siendo el de calcinación el más incidente debido a que en el mismo están presente la emisión de polvo, de gases de combustión y un aporte adicional de CO₂ durante la descomposición del Carbonato de Calcio. Es un impacto negativo, Moderado en la Excavación, Beneficio y Clasificación, Hidratación y Envasado de la cal y Producción de baldosas y pinturas, es Severo en la Calcinación; es mitigable en parte.

10.- Agotamiento de recurso natural: Ocurre por extracción de roca caliza (Moderado) y el sobreconsumo de Fuel oil en el proceso de calcinación (Moderado). Es un impacto negativo, mitigable en parte.

11.- Disminución de la fertilidad del suelo: Debido a la compactación del suelo en el proceso de laboreo y transportación de la roca caliza y derrames de hidrocarburos. Es un impacto negativo, Moderado, mitigable.

12.- Deforestación: Se produce durante el Desbroce y la tala de árboles para obtención de leña como combustible en la Cocina. Es un impacto negativo, Moderado y mitigable.

13.- Pérdidas económicas: Generada por una insuficiente tecnología que impide procesos eficientes, con un aprovechamiento óptimo de toda la materia utilizada y con alta calidad del producto terminado, en beneficio y Clasificación (Moderado), Calcinación (Severo), Hidratación de la cal (Moderado). Las condiciones inadecuadas de almacenamiento del producto terminado (cal) y de combustible líquido, el derrame de materia prima y producto terminado en el proceso de producción de pintura, y la deficiente conservación de los equipos

del taller de maquinado producto del mal estado del techo, entre otros, también producen pérdidas económicas Moderadas y mitigables.

15.- Afectaciones al medio perceptual: Se produce por las modificaciones del paisaje en la zona de explotación de canteras (Moderado), y por el mal estado de las instalaciones, áreas perimetrales, verdes y de jardinería (Severo). Es un impacto negativo y mitigable

11. Bienestar social: Es un impacto positivo, dado por la generación de empleo en los procesos fundamentales (Moderado), y de alimentación de los trabajadores en Organopónico y Cocina-Comedor (Moderado).

17. Beneficio económico: Es un impacto positivo Moderado, que se evidencia con las ganancias económicas generadas por la producción de hidrato de cal, pinturas, baldosas y obtención de materiales de construcción.

6. Identificación de acciones para eliminar o mitigar los impactos descritos.

- Conservar la corteza vegetal separada en el proceso de descortezado, para su posterior disposición en el lugar de origen.
- Una vez terminada la explotación del yacimiento de roca caliza, rellenar las depresiones del terreno con el material extraído que no se utilizó y cubrir con el material de la corteza para evitar áreas de depresiones que alteran el paisaje y restringe el uso de estas áreas.
- Utilizar siempre que sea posible un mismo camino de recorrido para la transportación de materiales extraídos para minimizar la compactación del suelo.
- Garantizar los medios de protección personal de los trabajadores. Controlar el uso de los medios de protección según lo requiera cada puesto de trabajo.
- Cumplir con el programa de vigilancia médica de los trabajadores.
- Garantizar que todas las instalaciones y tendidos eléctricos estén protegidos según lo estipulado en la Norma Cubana 96-50:86.
- Completar y verificar aterramiento en las áreas donde se realicen procesos que lo requieran.

- Instrumentar todos los procesos que lo requieran
 - Instalar medidores de temperatura en los hornos que permita controlar la temperatura óptima en el proceso de calcinación.
 - Instalar sensores para medir el nivel en los hornos.
 - Utilizar balanza para la pesada de CaO a la entrada de la hidratación.
 - Utilizar medidores de flujo de agua en el proceso de hidratación.
- Completar el amiantado a todas las tuberías conductoras que lo requieran.
- Cerrar circuito para la utilización óptima del calor de combustión en los hornos.
- Utilizar el extractor de polvo en el proceso de hidratación.
- Garantizar que toda la cal producida sea almacenada según los requisitos para el almacenamiento establecidos en el manual de Operaciones para el proceso de Producción de Cal. Evaluar la factibilidad de disponer de un área de almacenamiento bajo techo mayor con el objetivo de eliminar totalmente la acumulación de productos a cielo abierto.
- Eliminar pérdidas de materia prima y derrames de producto terminado en la fábrica de pintura.
- Poner en funcionamiento la unidad de obtención de biogás que está sin funcionar con el objetivo de minimizar el vertimiento de residuales y dejar de usar la leña.
- Construir extractor de humo en la cocina que permita sacar al exterior los gases de combustión, mientras no se instale el biogás.
- Construir trampas de grasa en la planta de lavado de carros y a la salida de cada muro contenedor en los tanques de almacenamiento de combustible.
- Garantizar una correcta disposición de los aceites recuperados en el taller.
- Construir sistemas que garanticen el tratamiento de residuales líquidos generados, ya que la fosa actual se infiltra al manto.

- Establecer contratos con comunales para la recogida de desechos sólidos.
- Eliminar la quema de residuos.
- Crear condiciones en el taller para la recogida de material reciclable.
- Construir cerca perimetral y muros contenedores en los tanques de almacenamiento de combustible según los requisitos establecidos en la Norma Cubana 96-38:83.
- Solicitar sistemáticamente a la Empresa Provincial de acueducto y Alcantarillado información sobre la calidad de agua de consumo proveniente de sus redes
- Instalar metro contador de agua.
- Establecer índices de consumo de agua
- Completar el equipamiento del Laboratorio.
- Realizar trabajos de jardinería en áreas exteriores, con vistas a mitigar el impacto perceptual.
- Mejorar el estado de instalaciones e inmuebles. Utilizar una gama de colores que permita la integración al paisaje.
- Reforestar toda el área perimetral con árboles que correspondan con la población forestal de la zona.
- Implementar Instrucciones de puestos de trabajo y procedimientos para cada proceso que se realice, que deben ser elaborados según Normas, Regulaciones etc.
- Dimensionar los planes de capacitación de los trabajadores, los cuales deben incluir la educación ambiental. Controlar el cumplimiento de los mismos.
- Controlar que cada proceso se realice según los procedimientos establecidos.
- Realizar estudios sobre:
 1. La salud de los trabajadores expuestos al polvo, con vista a identificar daños en su organismo y en especial en el sistema respiratorio.
 2. La contaminación atmosférica por emisión de polvo
 3. La contaminación sónica en áreas de generación de ruido

CONCLUSIONES

1. En la caracterización de los procesos se pudieron observar prácticas que ocasionaron impactos ambientales. La explotación de la cantera, la calcinación y el beneficio y clasificación, son las actividades o procesos más impactantes.
2. La emisión de polvo fue el aspecto ambiental más observado en la mayoría de los procesos. La contaminación atmosférica y la contaminación de aguas superficiales constituyen los 3 impactos negativos que se generan en el mayor número de procesos.
3. Los impactos más significativos, que obtuvieron la clasificación de **Severos** en uno o más procesos fueron:
 - Afectaciones de la Biota
 - Contaminación del aire
 - Agotamiento de recurso natural
 - Pérdidas económicas
 - Afectaciones del medio perceptual

RECOMENDACIONES

1. Particularizar la Gestión Ambiental de la Planta de cal “Pepito Tey” dentro de la Empresa de Servicios Técnicos Industriales ZETI, Sucursal Cienfuegos, partiendo de la definición de roles y responsabilidades dentro de esta.
2. Implementar el Sistema de Gestión Ambiental, sobre la base de integración en la Gestión Empresarial.

BIBLIOGRAFÍA

- Abrams, E. (1996). The Evolution of Plaster Production and the Growth of the Copan Maya State", en Mastache. G. *et al.* (coord.). Arqueología mesoamericana. Homenaje a William T. Sanders. Tomo. II, INAH, México.
- Azzore, G., & Noci, G. (1998). Seeing ecology and green innovations as a source of change. *Journal of Organizational Change*, 11(2), 94-111.
- Becerra, G. (2009). Presupuesto de gastos de los portadores energéticos de la producción del hidrato de cal. Tesis de Diploma. Universidad de Cienfuegos.100pp.
- Bello-Pérez, L. (2002). Propiedades químicas, fisicoquímicas y reológicas de masas y harinas de maíz nixtamalizado. *Agrociencia*, 36(IPN).
- Bernal, J. (2010). Estudio de los Factores de Riesgos Laborales en la UBE Materiales de la Construcción Calera de la Empresa de Construcción y Montaje Agroindustrial (ECMAI) Tesis en opción al título de Ingeniero Industrial. Universidad de Cienfuegos.85 pp.
- Bessey, G. E. (1975). Production and use of lime in developing countries. Overseas Building Notes 61 26. .
- Betancourt, C., & García, M. A. (2007). Impacto de las buenas prácticas aplicadas en la planta de emulsiones de la Unión Latinoamericana de Explosivos después de un estudio de gestión ambiental. *Revista Cuba, Medio Ambiente y Desarrollo*, 12(09).
- Calvo-Brenes, G., & Mora-Molina, J. (2007). Evaluación y clasificación preliminar de la calidad del agua de la cuenca del río Tárcoles y el Reventazón. . *Tecnología en Marcha*, 20(2), 3-9.
- Campo, N. (2009). La inversión ambiental en las empresas. *El Cuaderno - Escuela de Ciencias Estratégicas*, 3 (6), 235-249.
- Caraballo, L. (2005). La presencia de la concepción de producción más limpia en la Legislación Ambiental Cubana. (<http://ama.redciencia.cu/articulos/8.05.pdf>). *Revista Medio Ambiente y Desarrollo*, 8, 1-5.
- Castellón, L. M. (2009). Determinación de los costos por áreas de responsabilidad en la unidad de base empresarial Calera de Cienfuegos. Tesis en opción al título de Licenciado en Contabilidad y Finanzas. Universidad de Cienfuegos.95 pp.
- Chales, G., Alderete, E., & Fuentes, E. (2007). Medidas de producción más limpia en instalaciones petroleras cubanas. *Revista Cuba, Medio Ambiente y Aesarrollo*, 12(04).

- CIGEA. (2012). Metodología para la ejecución de los diagnósticos ambientales y la verificación del cumplimiento de los indicadores establecidos en la resolución CITMA 27/2000 para la obtención del reconocimiento Ambiental nacional (RAN).
- CITMA, M. d. C. T. y. M. A. (2007). Estrategia Ambiental Nacional. Anexo único de la resolución No. 40 / 2007. Habana, Cuba.
- Conesa, V. (2003). Guía Metodológica para la evaluación del Impacto ambiental, Madrid, Editora Mundi Prensa, 3ra ed.
- Divo, M., González, L. E., Leyva, E., Rivero, L., Cusido, J. L., & Góngora, A. (2010). La aplicación de las producciones más limpias como estrategia ambiental en la empresa CUPET Las Tunas. VIII Convención Internacional sobre Medio Ambiente y Desarrollo, Habana, Cuba. .
- Estevan, A. (1997). Actividades industriales y buenas prácticas. <http://habitat.aq.upm.es/cs/p3/a012.html>.
- Fabre-Moraes, A. C. (2011). Manual de medio ambiente para las organizaciones sociales. Centro de apoyo al desarrollo laboral (LABOR). Primera edición. La Paz Bolivia. 56 pp.
- Falcón-Piedra, F. (1995). Importancia de la Cal en la Fabricación del Azúcar de Caña, 11pp., Imprenta MINAZ, La Habana. .
- Fernández-Jáuregui, C., & Crespo, A. (2012). El agua, recurso único <http://www.wasagn.net/private/admin/ficheiros/uploads/5102a7ddd4479d58dc78d4aeaf17683a.pdf>. 19-35.
- FGHSA. (2012). Yacimiento "Punta del Cerro" Los Berros - San Juan - Argentina (Activo en abril 2012) www.fghsa.com.ar/materiaprima.
- Gibbs, R. (1950). Thermodynamics of lime Manufacture. Roc Products.
- Giftopoulos, E. P. (1996). Fundamentals of Analysis of Processes, Proc. ECOS 96. Stockholm, pp 1-4.
- Guerrero-Hernández, C. J. (2001). Rocas calizas: Formación, ciclo del carbonato, propiedades, aplicaciones, distribución y perspectivas en la Mixteca Oaxaqueña. *Temas de Ciencia y Tecnología*, 5(14), 3 - 14.
- Hart, S. (1997). Beyond greening: strategies for a sustainable world, Harvard Business Review, January-February, pp. 66-76.
- Hernández-Sampiere, R. (2004). Metodología de la investigación cualitativa. La Habana: Félix Varela.
- Izagirre, J., Tamayo, U., & Vicente, A. (2005). Medio ambiente y competitividad ¿obstáculo u oportunidad?: una aproximación a partir de la evidencia empírica", en ARAUJO, A. y FORCADA (Edit.), El comportamiento de la empresa ante

- entornos dinámicos, Libro de ponencias del XIX Congreso Nacional y XV Congreso Hispano-Francés de la Asociación Europea de Dirección y Economía de la Empresa, Vitoria., 401-410.
- Lazcano-Ferrat, I. (2012). Cal agrícola: conceptos básicos para la producción de cultivos. Instituto de la Potasa y el Fósforo. (Activo el 19 abril 2012). En: [http://www.ipni.net/ppiweb/iamex.nsf/\\$webindex/5057DEAFC8DE54CC06256AD1005D7CB9/\\$file/cal+agricola+conceptos+basicos+para+la+produccion+de+cultivos.pdf](http://www.ipni.net/ppiweb/iamex.nsf/$webindex/5057DEAFC8DE54CC06256AD1005D7CB9/$file/cal+agricola+conceptos+basicos+para+la+produccion+de+cultivos.pdf).
- Lorenzatti, E., & Lenardón, A. (2000). Metodologías para la evaluación de alteraciones medioambientales. Museo Provincial de Ciencias Naturales "Florentino Ameghino". INTEC (UNL- CONICET). Guemes 3450, Santa Fe.
- Martínez, E. (1993). Estrategias, Planificación y Gestión de Ciencia y Tecnología, 518 pp. Editorial Nueva Sociedad, Venezuela
- MSA, M. d. S. y. A. (2004). Programa de producción limpia y competitividad empresarial. Unidad de producción limpia y consumo sustentable. Buenos Aires, Argentina. www.medioambiente.gov.ar/uplcs.
- Muñoz, A., Díaz, O., & Seisdedo, M. (2007). GAIA: Software para análisis, presentación y evaluación de impactos ambientales. Obra protegida 1171-2007. CENDA. .
- Núñez, L. (2003). Una contribución al medio ambiente en Cuba desde la sociología, En: La sociedad cubana. Retos y transformaciones. Centro de Investigaciones Psicológicas y Sociológicas. Ciudad de La Habana. Editorial Ciencias Sociales., 103-117.
- Obregón-Sánchez, C. (2012). La Responsabilidad Ambiental de las Empresas. El Mueble y la Madera, edición 55 (activo en 17 de abril de 2012) en <http://www.revista-mm.com/ediciones/rev55/administracionlimpia.pdf>.
- Ochoa-Monteagudo, A. (2007). Balance energético de cuatro alternativas de operación de hornos de Cuba vertical para la producción de cal hidratada. Tesis de Diploma. Universidad de Cienfuegos. 83pp.
- OTOZ, O. T. d. O. (2003). Manual de buenas prácticas de refrigeración, una vía eficaz para proteger la capa de ozono. Habana, Cuba. www.capadeozono.cu.
- Palma-Linares, V. (2010). Historia de la producción de cal en el norte de la cuenca de México. *Ciencia* 16(3), 227-234.
- Pérez-Guerrero, J. N., & Batista, M. (2002). El proceso de Perfeccionamiento Institucional a través de la Gerencia de Programas y Proyectos. Soporte digital, Holguín, Cuba, 24 p.

- PNUMA. (1983). Reseñas del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. Londres, Inglaterra
- Pollard, A. E. (1994). Lime production in Belize 20 pp Interm. Tech. Publ, London.
- Porter, M. E., & VanDerLinde, C. (1995). Green and Competitive: Ending the Stalemate, Harvard Business Review, September-October., 120-134.
- Quiminet. (2012). Las rocas calizas y sus usos comunes. activo en abril 2012 www.quiminet.com/.../las-rocas-calizas-y-sus-usos-comunes-4228.ht...
- Rodríguez-Fernández, L., & Pérez-Guerrero, J. N. (2006). Planeación estratégica del Sistema de Ciencia, Innovación Tecnológica y Medio Ambiente de la provincia de Holguín para el trienio 2004-2006. Tesis presentada en opción al título académico de Máster en Gerencia de la Ciencia y la Innovación, Holguín, Cuba, 94 p.
- RSS. (2012). (Really Simple Syndication) Impactos Ambientales Actividades Productivas. Cemento, Cal y Yeso. Activo el 2 de mayo de 2012 en <http://www.estrucplan.com.ar/producciones/entrega.asp?identrega=258>
- Smith, D. J. (1994). Efficiency, reliability and control of production enhanced during plant upgrade. *Power Engineering International*, 2, 19-24.
- Spinetti, P. (2012). Potencialidad de industrialización del Estado Táchira. Recursos minerales.(Activo el 19 de abril de 2012) http://iies.faces.ula.ve/investiga/PSpinetti/Capitulo_VI_1.pdf
- Tamayo, U., & Vicente, A. (2007). Generación de valor mediante prácticas de producción limpia, ecodiseño y logística inversa. . : . *Mediterráneo Económico*, 11, 147-163.
- Toledo, A. (2002). El agua en México y el mundo. *Gaceta ecológica*, 064, 9-18.
- Whitcomb, C. F. (1961). A rapid Method for Analyzing the performance of calcining kiln. Water and sewage works.
- Wingate, M., Sakula, J., & Hill, N. (1985). Small-Scale Lime Burning. A practical introduction, 185 pp. Intermediate Technology Publications, London.
- Wuhrer, J. (1963). Theory of burning Small Sized Limestone. *ZKG*, 16 (8), 219.

Anexo I. Relación de los trabajadores y directivos entrevistados.

- Alejandro López Pérez, Especialista C en Gestión de Recursos Humanos
- Pedro Collazo López, Especialista en Explotación de Yacimiento
- Omar Ifrain Valido Morffi, Tecnólogo A de Procesos Industriales
- Hildeliza Cádenas Rodríguez, Químico analista B
- Mabel Aldama Rondón, Técnico Controlador en Normalización, Metrología y Calidad (Especialista Principal)
- Osleidys Marrero Martínez, Químico analista B
- Mabelin Barrios Rivero, Especialista en Desarrollo Tecnológico, Grupo de Desarrollo y Calidad.

Anexo II. Contenido de la entrevista realizada a trabajadores y directivos de la Planta de cal “Pepito Tey” de Cienfuegos.

1. ¿Tienen elaborados los procedimientos de trabajo para:
 - 1.1. La explotación de yacimiento?
 - 1.2. El proceso de fabricación de cal?
2. ¿Cuáles de los procedimientos mencionados anteriormente se aplican y cuáles no?
3. ¿Cuáles son las causas de la no aplicación de los procedimientos?
4. ¿La empresa cuenta con un Sistema Integrado?
4. ¿La empresa cuenta con una estrategia ambiental?, ¿cuál es?
5. ¿Realizan talleres para socializar el conocimiento adquirido por los técnicos más experimentados en relación a buenas prácticas laborales?
6. ¿La empresa o la unidad facilita el acceso a fuentes de información técnica-profesional que facilite la actualización del conocimiento?
7. ¿Tienen elaborado una política laboral para la empresa?
8. ¿Tienen elaborado una política laboral que incluya planes de capacitación en relación a:
 - 8.1. La actualización del conocimiento en relación con su trabajo.
 - 8.2. La formación de la fuerza de trabajo recién incorporada.

8.3. La adquisición de conocimiento sobre el medio ambiente y en especial la problemática relacionada con la explotación del yacimiento de la roca caliza y la producción de cal.

10. ¿La Política Laboral está dirigida a la conservación de la fuerza de trabajo experimentada en la explotación de yacimiento y la producción de cal?.

11. ¿Tienen elaborado un banco de problemas en relación con los procesos de explotación del yacimiento y producción de cal?.

14. ¿Cuál es la estrategia empresarial para estimular la innovación tecnológica en relación a los procesos de explotación del yacimiento y producción de cal?.

15. ¿Cuántos trabajos se han presentado en fórum de base relacionados con buenas prácticas e innovación tecnológica en los últimos 5 años, dirigidos a solucionar problemas presentados?.

17. ¿Han promovido el uso de tecnologías y prácticas amigables con el medio ambiente?.

18. La empresa tiene elaborada una política de compras para adquirir el equipamiento necesario para los procesos de explotación del yacimiento y producción de cal?.

19. Tienen algún orden de prioridad estas compras en relación a otras necesidades de la empresa?.

20. ¿Disponen de un financiamiento según planes elaborados para la compra del equipamiento mencionado?.

21. ¿La empresa tiene resuelto la venta de todo el material producido en la Planta de cal “Pepito Tey”?.

22. ¿Tienen establecido términos para la recogida de estos productos por parte de las empresas compradoras?, en caso positivo, ¿cuántos días?.

23. ¿Se realizan ensayos a la roca caliza del yacimiento para conocer el % de carbonato de calcio y otras características necesarias para la obtención de altos rendimientos?.
24. ¿Durante el procesos de descortezado que disposición se le da al suelo extraído?.
25. ¿Qué tareas realiza la empresa cuando finaliza la explotación del yacimiento?.
26. ¿Disponen los trabajadores de medios de protección para el trabajo de explotación del yacimiento?.
27. ¿El proceso de tamizado en estos momentos se está realizando con la tecnología adecuada?, en caso negativo ¿porqué no se usa el adecuado?.
28. ¿Qué dificultades existen en los hornos con incidencia en el consumo de energía?.
29. ¿Los trabajadores que laboran en el área de almacenamiento disponen de medios para su protección?.
30. ¿Qué máximo de días mantienen el almacenamiento de la cal fuera del almacén techado?.
31. ¿Qué tiempo de almacenamiento permanece almacenada dentro de la instalación de la Planta de cal “Pepito Tey” la roca caliza que se saca del proceso de fabricación de la cal y se destina a la comercialización como materiales de la construcción?.
32. ¿Tienen implementado registros para controlar los resultados de:
- a. La calidad de la roca caliza extraída del yacimiento?
 - b. Los requerimientos de agua para la formación del hidrato de cal?
 - c. La calidad de la cal obtenida (producto final)?

Anexo III. Matriz de Importancia

Naturaleza • Impacto beneficioso (+) • Impacto perjudicial (-)	Intensidad (I) • Baja 1 • Media 2 • Alta 4 • Muy Alta 8 • Total 12
Extensión (E) • Puntual 1 • Parcial 2 • Extenso 4 • Total 8 • Crítica + (4)	Momento (MO) • Largo plazo 1 • Medio Plazo 2 • Inmediato 4 • Crítico +(4)
Persistencia (PE) • Fugaz 1 • Temporal 2 • Permanente 4	Reversibilidad (RV) • Corto Plazo 1 • Medio Plazo 2 • Irreversible 4
Sinergia (SI) • Sin sinergismo 1 • Sinérgico 2 • Muy sinérgico 4	Acumulación (AC) • Simple 1 • Acumulativo 4
Efecto (EF) • Indirecto 1 • Directo 4	Periodicidad (PR) • Irregular o aperiódico y discontinuo 1 • Periódico 2 • Continuo 4
Recuperabilidad (MC) • Recuperable de manera inmediata 1 • Recuperable a mediano plazo 2 • Mitigable 4 • Irrecuperable 8	Importancia (Imp) Imp = +/- (3 I + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC)

Donde la importancia del Impacto Ambiental toma los valores entre 13 y 100 puntos. Los impactos con valores menores de 25 se clasifican como: Despreciables, entre 25 y 50: Moderados, entre 50 y 75: Severos y mayores de 75: Críticos.