

## ACCIONES PARA MITIGAR LAS EMISIONES DE POLVO A LA ATMÓSFERA EN LA PLANTA PRODUCTORA DE HIDRATO DE CAL "LA YAYA"

ANAICEL GÓNGORA GONZÁLEZ [anaicel@ult.edu.cu](mailto:anaicel@ult.edu.cu) , DELFÍN RAMOS LEYVA Y PABLO LEANDRO PEÑA GONZÁLEZ [pablojpg70@ult.edu.cu](mailto:pablojpg70@ult.edu.cu)

Universidad de Las Tunas. Cuba.

65

### Resumen

El presente trabajo se realizó en la Planta productora de Hidrato de Cal "La Yaya", perteneciente a la Empresa de Servicios Técnicos Industriales (ZETI) Sucursal Las Tunas, con el objetivo de elaborar un plan de acción para mitigar las emisiones de polvo contaminante a la atmósfera. Se realizaron muestreos para cuantificar las emisiones de polvo generadas por las fuentes identificadas, se definieron las áreas relevantes detectándose que en la calidad del aire en el área de estudio inciden fuentes emisoras como el escape de gases y polvo a la atmósfera con aportes de las variables ambientales (velocidad, dirección del viento y condiciones naturales del entorno) lo que provoca que dentro de la planta y el medio circundante se encuentren afectados por partículas de polvo en suspensión que contienen concentraciones de elementos químicos por encima de las permisibles, siendo más significativos el calcio y el silicio. A partir de estos resultados se definió la incidencia en las condiciones higiénico-sanitarias laborales y del entorno en general, así como las recomendaciones necesarias para mitigar el daño ambiental producido por el polvo generado en la producción de hidrato de cal.

Palabras claves: hidrato de cal, emisiones de polvo, atmósfera, plan de acción

## INTRODUCCION

El tema de la contaminación ambiental en los últimos años ha tenido mayor atención por parte de todos los sectores (social, industrial, gubernamental, etc.), ya que para lograr alcanzar un correcto desarrollo económico que sea compatible con el término de sostenibilidad se debe garantizar el funcionamiento integral de la organización que involucre a directivos y trabajadores en general, con el fin de proyectarse hacia el futuro pero sin comprometerlo, buscando alternativas para mitigar los impactos negativos que pudieran ocasionarle al entorno<sup>1</sup>.

La problemática enfrentada por los países en vías de desarrollo para alcanzar un desarrollo industrial sostenido es sumamente compleja, especialmente a la luz del impacto que sobre el ambiente ejerce el sector industrial. Esto se debe a que la industria en los países subdesarrollados es, en términos generales, obsoleta (tanto por su equipo, como por los procesos que sigue). De hecho, dada su inestabilidad financiera, dicho sector no puede llevar a cabo investigaciones y desarrollo adecuado que le permita generar procesos idóneos para sus características propias<sup>2</sup>.

La contaminación del aire es uno de los problemas medioambientales más serios a los que la sociedad tiene que hacer frente. La era industrial y la actual demanda de movilidad están suponiendo una emisión extraordinaria de sustancias contaminantes a la atmósfera. Esta situación provoca que, en determinados lugares del planeta (grandes ciudades o zonas próximas a elevada actividad industrial), se puedan registrar niveles de calidad del aire inadecuados con efectos negativos en la salud humana (enfermedades respiratorias, irritación de órganos vitales, entre otros) y los ecosistemas<sup>3</sup>.

Existen instrumentos basados en la gestión ambiental que también se centran en la reducción de los niveles de contaminantes gaseosos. Los estudios y

---

<sup>1</sup>Fundación de Ambiente y Recursos Naturales (FARN). Evaluación de Impacto Ambiental. Tomado De: <http://www.farn.org.ar/docs/p11/publicaciones11-1>, 16 de enero del 2006

<sup>2</sup>Auditoría ambiental en los ingenios azucareros. Tomado De: <http://www.sagarpa.gob.mx/forma/documentos/auditoria.htm>, 26 de Diciembre del 2006.

<sup>3</sup>Ídem 1.

monitoreos de la calidad del aire constituyen una herramienta fundamental para la disminución de los impactos ocasionados por la contaminación del aire en ciudades de todo el mundo. Países como España, Suiza y Alemania en Europa, junto con Brasil, Chile y México en América Latina, tienen elaborados los planes de acción de calidad del aire en las principales ciudades, pues poseen, además de potentes emplazamientos industriales, un considerable tráfico vehicular.

Estos planes de calidad del aire tienen como función primordial, reducir las elevadas concentraciones de contaminantes del aire, así como trazar políticas y medidas encaminadas a disminuir hasta niveles permisibles las emisiones de gases contaminantes.

En Cuba, la contaminación del aire tiene sus causas en la utilización por las industrias de tecnologías obsoletas en las actividades productivas y otras fuentes como el transporte automotor. Desde el año 1970 se establecieron en la isla algunas actividades de vigilancia de la calidad del aire.

Uno de los primeros antecedentes de planes de calidad del aire en el país lo constituyó en 1996, el Programa Nacional de Prevención y Control de la Calidad del Aire en asentamientos humanos, con un nuevo enfoque integrador, ajustado a las características territoriales y locales de cada provincia, lo cual contribuyó a la toma de decisiones y ejecución de acciones con vistas de mejorar la calidad del aire en las ciudades de mayor importancia<sup>4</sup>.

En la bibliografía consultada se encontraron disímiles trabajos relacionados con los impactos de la contaminación del aire sobre la salud humana, pero no se encontraron metodologías para elaborar planes de acción de calidad del aire en Cuba. Solamente el estudio de Díaz Véliz y Díaz Machado, 1998 titulado Programa de mejoramiento de la calidad del aire en Cuba, donde se expresan aspectos generales del sistema de vigilancia higiénico- epidemiológica por la contaminación del aire en la Habana.

---

<sup>4</sup>Hernández H, Evaluación clínico ambiental de la exposición ocupacional a polvo en la fábrica de cemento '26 de Julio' de Nuevitas, Camagüey [trabajo para optar por el título de Máster en Salud de los Trabajadores]. La Habana: Instituto Nacional de Salud de los Trabajadores; 2000.

Debido a la carencia de políticas y medidas a aplicar en materia de contaminación del aire, realizar monitoreos de variables ambientales para controlar las emisiones a la atmósfera en asentamientos industriales, constituye un factor medular en la presente investigación. La idea es presentar un Plan de Acción que pueda ser implementado en las industrias de materiales de la construcción. Dicho Plan de Acción está concebido para fomentar y lograr la adopción y cumplimiento de acciones que permitan mejorar la calidad del aire, proteger la salud humana, el medio ambiente, mejorar la calidad de vida, entre otros.

Se escogió la Planta de Producción de Hidrato de cal "La Yaya", enclavada en el poblado del mismo nombre, municipio Jesús Menéndez de la provincia Las Tunas, porque posee una intensa actividad industrial donde se obtiene el Hidrato de cal como materia prima para el proceso de clarificación en la industria azucarera, entre otras producciones para el sector de la construcción y se emiten polvos contaminantes afectando la calidad del aire del lugar y por consecuencia a sus habitantes.

Esta organización está interesada en proveer lugares de trabajo seguros, saludables y que consideren el impacto ambiental con el objetivo de cumplir exigencias de la Ley 81 del medio ambiente que obliga a los empleadores a cumplir la legislación sobre gestión ambiental y adoptar las medidas que garanticen condiciones laborales seguras e higiénicas.

Además persigue encaminar su gestión ambiental en consecuencia con los lineamientos aprobados en el VII Congreso del Partido Comunista de Cuba.

Los directivos de la Empresa de Servicios Técnicos Industriales son conscientes del daño que provoca a la flora, la fauna y especialmente a la salud de las personas la contaminación generada por el hidrato de cal que se produce en la Planta de Producción "La Yaya", por lo que están comprometidos en encontrar acciones que mitiguen las emisiones a la atmósfera de esta sustancia considerando las siguientes problemáticas identificadas:

- Existe desconocimiento acerca de la situación ambiental en la Planta de Producción de Hidrato de cal "La Yaya".
- Presencia de polvos y partículas contaminantes en las áreas de trabajo y el medio circundante a la planta.
- No existe una percepción del riesgo de los trabajadores y población en general sobre los problemas de salud provocados por la emisión de contaminantes durante la producción de cal.
- El entorno se encuentra afectado por el polvo generado por la planta productora de cal allí presente.

### **1.1. Caracterización del entorno.**

#### Ubicación físico geográfica de la instalación

La Planta Productora de Hidrato de Cal, se encuentra ubicada al NE de la provincia Las Tunas, Municipio Jesús Menéndez (Anexo 1, Figura 1), está situada dentro del poblado llamado "La Yaya", limitando con áreas del propio poblado.

#### Descripción del medio físico

- Geología: la estructura geológica está constituida por la Formación Vásquez con alternancia de margas, limolitas, argilitas y arcillas. Las rocas más abundantes son andesitas y serpentinitas.
- Relieve: predominan las llanuras es relativamente suave y uniforme, donde se observa la presencia de elevaciones aisladas.
- Suelo: se presenta suelos transicionales de diferentes orígenes y muy heterogéneos de composición areno arcilloso y arcillo arenosa con abundante contenido de material calcáreo y presencia de grava en pequeña porción.
- Clima: las condiciones climáticas son "Caribe Noroccidental" con influencias estacionales del continente. La media anual de precipitaciones es de 1126 mm. La temperatura promedio anual es de 26 ° C. Se

reconocen dos estaciones o períodos en el año; uno que va desde el mes de noviembre hasta abril, denominado poco lluvioso; el otro desde mayo a octubre, designado lluvioso.

En el primero, las variaciones del tiempo y los parámetros del clima se hacen más notables, con cambios bruscos, asociados al paso de sistemas frontales, la influencia anticiclónica de origen continental y de centros de bajas presiones extratropicales. El segundo período presenta pocas variaciones por la influencia del Anticiclón del Atlántico Norte. Los cambios más importantes se vinculan a la presencia de disturbios en la circulación tropical (ondas del E y ciclones tropicales).

- Vientos: los vientos predominantes son de región este, condicionado fundamentalmente por la influencia de las altas presiones oceánicas, con velocidades que pueden alcanzar entre los 20 y 35 km/h, principalmente en horas de la tarde, las velocidades máximas anuales del viento se asocian al paso de sistemas frontales, centros de bajas presiones extra-tropicales, tormentas locales severas, perturbaciones ciclónicas y huracanes.

#### Descripción del medio biótico

- Flora: está representada por una vegetación secundaria, presente una mediana diversidad, en cuanto a tipo y número de especies como la zarza, el coco, la almendra, mango, palmita. El estado de conservación del ecosistema es la condición que refleja el carácter de sus propiedades y su dinámica para un determinado lapso de tiempo, bajo las condiciones de una misma estructura.
- Fauna: asociada a la vegetación es diversa, en cuanto a número y abundancia de especies, representada por individuos de los diferentes grupos taxonómicos: Reptiles: destacándose la Lagartija común, Mamíferos: el Perro.

### Descripción del medio socioeconómico y cultural

- Socioeconómico: el proyecto a la planta productora de cal tendrá influencias sobre el medio ambiente, las condiciones de vida de los pobladores y el desarrollo del municipio.

La actividad económica es diversa, la agricultura representa el 80.0 % de la producción total del consejo popular, las principales ramas de empleo son: dentro de la propia fábrica y el trabajo en el campo (campesinos).

Las producciones más importantes se obtienen de la agricultura (vegetales, viandas, hortalizas); le sigue la industria la que representa aproximadamente el 15 % de la actividad.

El centro educacional se encuentra con un estado técnico constructivo valorado entre regular y mal, los mismos presentan problemas de filtraciones, carpintería, iluminación, agrietamiento de las paredes. Dicho centro está previsto trasladarlo hacia otra zona debido a que en el lugar donde se encuentra actualmente, se ve altamente afectado por el polvo generado por la Planta productora de cal allí presente.

### Principales problemas de salud que afectan a los miembros de la comunidad

Las principales enfermedades se relacionan a continuación: enfermedades diarreicas agudas (EDA), Hipertensión Arterial, Diabetes Mellitus.

Las enfermedades que constituyen las principales causas de muerte en la población son: Bronconeumonía Bacteriana con antecedentes de Diabetes Mellitus e Hipertensión Arterial.

### Deficiencias sanitarias.

La zona no posee redes de alcantarillado, la evacuación de los residuales se realiza mediante fosas sépticas o pozos negros las mismas se encuentran entre regular y buen estado técnico.

Aledaño a las zonas pobladas existe micro vertederos producto de las indisciplinas sociales de los moradores.

Los vectores más frecuentes son: moscas, mosquitos, cucarachas y ratas. En las áreas de salud funcionan las brigadas de la campaña contra el mosquito *Aedes Aegyptis*, poseen el monitoreo y las medidas para la erradicación de los mismos.

## **1.2. Cuantificación de las emisiones de polvo.**

En el presente estudio de la calidad de aire (polvo), se tuvieron en consideración caracterizar las emisiones de polvo generadas por las fuentes identificadas, definición de áreas relevantes y recomendaciones que mitiguen los impactos negativos que puedan ocasionarse por esta causa; potenciando la vigilancia del aire en los asentamientos humanos.

Para evaluar los niveles de concentración, composición y toxicidad de las partículas suspendidas de polvo (Psp) en el área de estudio se tuvo en cuenta los siguientes factores: Relación de factores del medio, abióticos, bióticos y socioeconómicos.

Según las leyes de la química – física y la termodinámica, los factores abióticos (temperatura, presión, humedad, lluvias, dirección y velocidad del viento) que intervienen en la concentración o dispersión del polvo, lo que guarda una estrecha relación con los elementos físicos del medio que actúan como barreras o brindan espacios para la circulación.

En la zona que está ubicada la entidad los suelos son destinados a la siembra de cultivos varios, en sus alrededores se encuentra una comunidad con varias viviendas, que se describe en el acápite socioeconómico. Por la vía de acceso a la instalación circulan los autos, motos y camiones que se dirigen a ella y al poblado.

Para el análisis se especifican las principales sustancias presentes en el aire circundante al entorno inmediato del área de estudio, con énfasis en la contaminación causada por las actividades propias de la entidad (transportación,



descarga y despacho) y de otras áreas localizadas bajo la influencia de la misma (caserío).

La determinación del nivel de contaminación del fondo de la cuenca en el área de estudio se realizó teniendo en cuenta el contenido de partículas de polvo en suspensión (Psp) y su composición. Entre los criterios utilizados para la planificación y desarrollo para el análisis de la concentración se encuentran:

- Selección del área: se determinó sobre la base de la existencia de instalaciones o viviendas, carreteras, características físico geográficas del territorio y disponibilidad de información documentada.
- Capa atmosférica: la capa urbana denominada dosel, que incluye una altura hasta el nivel de los techos de las viviendas (3,0 m), medida a partir del nivel del terreno.
- Tipos de fuentes contaminantes: fuentes fijas potentes y móviles, y de otras índoles en menor medida.
- Contaminantes a estudiar: polvo específico de efectos tóxicos o peligrosos.
- Características del suelo: aportes que realiza debido a las acciones naturales y antrópicas sobre la formación geológica.

### **1.2.1. Desarrollo de las campañas de muestreos.**

Se realizó el muestreo los días 17 y 18 de febrero de 2018, las labores comenzaron con un recorrido por el área, para localizar las áreas donde ubicar las estaciones de muestreo, según lo planificado en el proyecto técnico. Los resultados de las mediciones fueron analizados en tres puntos ubicados en los sitios de mayor permanencia de los trabajadores dentro de la planta, uno en una vivienda cercana y otro en la escuela primaria.

Identificación de las áreas relevantes: En la evaluación de los niveles de concentración y composición de las partículas suspendidas de polvo (Psp), se

tuvieron en cuenta los siguientes aspectos: principales fuentes a evaluar (molino de piedra, planta hidratadora), clima, suelo, relieve, fuentes alternativas (Paso vehicular)

Mediante la interpretación del diagrama Causa - Efecto (Ishikawa) Anexo 3, se pudo determinar la influencia de los principales factores o variables, sobre la concentración de las partículas suspendidas de polvo (Psp).

Descripción de los instrumentos, técnicas y materiales empleados: En la planta productora de cal se realizaron mediciones de Psp menores de 2,5 micras, las cuales son transportadas por los vientos. Las mismas son inhaladas por los seres humanos y se depositan descansadamente en las hojas de las plantas impidiendo el proceso de fotosíntesis. El equipo de medición se coloca a una altura entre 1,2 - 1,5 m sobre el nivel de trazado del piso.

La determinación de la concentración y composición de la Psp en las muestras tomadas se realizó en el Laboratorio del Centro Provincial de Higiene y Epidemiología de Las Tunas. El método de análisis utilizado fue Espectrofotometría de Absorción Atómica y los resultados se expresaron en mg/m<sup>3</sup>.

En la interpretación de los resultados se utilizó el software profesional STATGRAPHICS plus 5.1 y el programa Microsoft Office Excel 2010 (11.5612.5606). Con el primero se realizó el análisis estadístico, el otro permitió confeccionar los gráficos para visualizar la información.

Instrumentos usados para desarrollar el estudio: La toma de muestras de material particulado (polvos) para determinar la concentración de metales pesados, se realizó con un captador de bajo volumen portátil MINIVOL de AIRMETRICS Co. de bajo flujo. Diseñado para captar la concentración de partículas suspendidas en un flujo de aire en un tiempo determinado.

Anemómetro Digital modelo PCE-008. Diseñado para obtener valores de la temperatura del aire en (°C), dirección y velocidad del viento (m/s). El equipo fue ubicado a alturas entre 1,2 - 1,5 m, obteniéndose valores máximos y mínimos de estas variables por espacio de 2 h en intervalos de entre 15 - 20 min.

Las muestras para la determinación de metales pesados para el polvo en suspensión en el aire fueron tomadas y analizadas por especialistas del laboratorio en el Laboratorio del Centro Provincial de Higiene y Epidemiología de Las Tunas; determinándose la concentración de partículas de polvo en suspensión (Psp) y la concentración química de ocho elementos: hierro (Fe), cromo (Cr), cinc (Zn), calcio (Ca), silicio (Si), manganeso (Mn), magnesio (Mg) y cobre (Cu), por el método de gravimetría y la Espectrofotometría de Absorción Atómica.

Materiales: La investigación fue auxiliada metodológicamente con las siguientes normas:

- NC 872:2011 “Seguridad y salud del trabajo - Sustancias nocivas en el aire de la zona de trabajo - Evaluación de la exposición laboral - Requisitos generales”.
- NC 39:1999 “Calidad del aire. Requisitos higiénicos sanitarios. Enmienda 1”.
- NC 1020:2014 “Calidad del aire - Contaminantes - Concentraciones máximas admisibles y valores guías en zona habitables”
- NC 111:2004 “Calidad del aire. Reglas para la vigilancia de calidad del aire en asentamientos humanos”.
- NC 93-02-203 “Atmósfera. Requisitos higiénico sanitarios: concentración máxima admisible, alturas mínimas de expulsión y zona de protección sanitaria”.

A partir de ellas se escogieron los siguientes indicadores:

- Partículas de materia en suspensión.
- Polvos Totales (PT).
- Composición química de las partículas en suspensión, donde se determinaron los siguientes elementos: Fe, Cr, Zn, Ca, Si, Mg, Mn, Cu, Psp.

## 1.2.2. Obtención, presentación, análisis e interpretación de los resultados

Las condiciones meteorológicas existentes durante el primer muestreo se resumen en la Tabla 2.

76

**Tabla 2. Condiciones meteorológicas existentes.**

No.	Puntos de muestreo	Parámetros	
		Temperatura (o C)	Velocidad del viento (m/s)
1	Molino de Piedra	29.4	0.0
		28.4	0.0
		28.1	0.0
		27.5	0.0
2	Planta Hidratadora	27.4	0.0
		27.0	0.0
		28.7	0.0
		28.6	0.0
3	Base de Almacén	32.7	0.0
		32.9	0.1
		32.4	0.4
4	Escuela Primaria	32.7	0.7
		32.1	1.2
		32.9	1.8

5	Caserío	32.2	1.1
		33.2	1.8
		33.3	4.3

**Tabla 3. Resultados de las mediciones de concentración de las partículas de polvo en suspensión (Psp).**

Ubicación	Concentración de las Psp	Valor Permisible de concentración de Psp en la norma (mg/m <sup>3</sup> ) para un polvo con un contenido de SiO <sub>2</sub> < 2 %
Molino de Piedra	1.750	0.30
Planta Hidratadora	2.566	
Base de Almacén	2.333	
Escuela Primaria	0.556	
Caserío	0.250	

En la tabla 3 y Anexo 4 se observa que el 80 % de los puntos muestreados la concentración de Psp. Está por encima del valor permisible según la norma NC 39:1999 "Calidad del aire. Requisitos higiénicos sanitarios Enmienda 1; por lo cual el área de influencia estudiada se encuentra totalmente contaminada con Psp.

De los elementos analizados no se evidenciaron muestras de Cu, Mn y Cr. Los elementos más identificados son: Ca y Si dentro de los cuales se considera moderadamente tóxico y peligroso al Ca y sus implicaciones en las enfermedades respiratorias.

En los gráficos de los Anexos 8 y 9 se muestran los valores obtenidos por cada elemento en cada punto.

En los gráficos anteriores se muestra un predominio de la concentración de Ca y Si en las partículas de polvo en suspensión, con algunas determinaciones de Fe y Mg.

En todos los puntos los elementos analizados reportaron resultados por debajo de los límites admisibles de exposición.

Se detectaron otros tipos de polvos de minerales que son capaces de producir neumoconiosis independientemente de la sílice, como por ejemplo: talco, caolín, bentonita, sepiolita, diatomeas, mica, silicatos naturales.

En el proceso de calcinación se generan residuos sólidos de cal, la cantidad es de 1840 kg/año, su manejo es parcialmente adecuado, su disposición final es en el terreno mismo de la industria y a veces es reutilizado en el proceso de calcinación.

En el proceso de molienda, cernido y envasado se generan cantidades considerables de partículas sólidas de cal, su manejo es inadecuado sin aprovechamiento óptimo, su disposición final es el interior del recinto y hacia la atmósfera trae como consecuencia la exposición a la inhalación de esas partículas principalmente en las áreas de Molinos, Producción de Cal y Ensaque.

Una de las pruebas más evidentes de la contaminación por partículas sólidas de cal hidratada es la reducción de la visibilidad, principalmente dentro del área de trabajo. Visibilidad que se ha visto reducida notablemente por la cantidad considerable de polvo generado en las etapas de hidratado, cernido y embolsado, según lo referido por los operarios entrevistados en las áreas de la Cantera, Producción de Cal y Ensaque, más del 64 % afirma presentar irritabilidad en los ojos durante sus labores.

La manipulación y utilización de compuestos y sustancias irritantes ha provocado efectos irritantes y sensibilizantes sobre la piel en el 35 % de los trabajadores.

Análisis e interpretación de los resultados en tablas y gráficos.

- Como resultados de los muestreos se obtuvieron los valores de concentración de Psp y de los elementos que componen a las mismas (Anexo 5 y 6), donde todos los elementos identificados poseen valores por debajo de la norma de Concentración Máxima Admisible (CMA), lo cual indica que la calidad higiénica del aire en el área bajo investigación se encuentra afectada con sustancias poco peligrosas.
- Se observa que en el 80% de los puntos muestreados la concentración de Psp está por encima del valor permisible según la norma NC 39:1999 “Calidad del aire. Requisitos higiénicos sanitarios Enmienda 1; por lo cual el área de influencia estudiada se encuentra totalmente contaminada con Psp. El punto más contaminado es el (2), Planta Hidratadora con un 34% de concentración de las Psp. El menos contaminado es el (5) Caserío con un 3% de concentración de las mismas.
- Entre los elementos de mayor concentración de partículas están Ca y Si.
- El elemento Ca, aunque no presenta ningún valor por encima de la norma se encuentra en el 100% de los puntos.
- El elemento Si, aunque no presenta ningún valor por encima de la norma se encuentra en el 100% de los puntos.
- No se detectaron concentraciones peligrosas de elementos con respecto a los metales pesados en el área de estudio.
- El área de estudio se encuentra afectada por partículas de polvo en suspensión, no se refleja la presencia de metales pesados, los elementos metálicos presentes no representan un peligro moderado para los seres humanos a corto tiempo, la absorción a largo tiempo de las sustancias Ca y Si, puede provocar enfermedades respiratorias graves.
- En el área de estudio la calidad higiénica del aire se encuentra afectada, lo cual se debe fundamentalmente a la acción del viento sobre: suelos con poco recubrimiento vegetal, paso vehicular, proveniente del propio proceso productivo y las edificaciones en menor medida.

- De los elementos analizados no se evidenciaron muestras de Cr y Cu. Los elementos más identificados son: Fe, Ca, Mn y Si dentro de los cuales se considera moderadamente tóxico y peligroso al Si y sus implicaciones en las enfermedades respiratorias.

**1.3. Plan de acciones para mitigar las emisiones de polvos contaminantes a la atmósfera en la planta de producción de Hidrato de Cal "La Yaya" provincia Las Tunas.**

80

A partir de estos resultados se propuso un Plan de Acción con el fin de mitigar las emisiones de polvo contaminante a la atmósfera en la Planta Productora de Hidrato de Cal "La Yaya".

<b>FACTORES DE RIESGO</b>	<b>PROPUESTA DE MEJORA SEGURIDAD Y SALUD</b>	<b>FECHA DE CUMP. 2018</b>	<b>RESPONSABLES CUMPLIMIENTO</b>
Exposición al polvo de sílice.	1. Utilizar la vía húmeda en las operaciones de corte y trituración de la piedra.	31/07	Jefe Planta Cal
	2. Instalación de cintas transportadoras cerradas para el transporte de los materiales y para el control de las emisiones en los puntos de transferencia en los silos y tolvas.	31/10	Jefe Planta Cal y Jefe Taller Producciones Mecánicas
	3. Ubicar la carga y descarga de la materia prima en una zona protegida del viento.	31/07	Jefe Planta Cal
	4. Pavimentar las vías de acceso a la cantera y a la planta.	30/06	Jefe Planta Cal



	5. Cubrir con lona suficientemente tupida las cargas de los camiones.	30/06	Jefe Planta Cal
Presencia de partículas (nano partículas, gases de escape y fibras)	6. Almacenar las materias primas trituradas y premezcladas en espacios cubiertos o cerrados.	31/08	Jefe Planta Cal
	7. Emplear una máquina giratoria para rellenar los sacos dotados de un alimentador automático de sacos de papel y control de emisiones fugitivas.	31/10	Jefe Planta Cal
	8. Colocar filtros en las chimeneas para disminuir el escape de polvo a la atmósfera.	31/08	Jefe Planta Cal
	9. Sembrar árboles (área de oficinas) que ayuden a crear barreras que no permitan que el viento arrastre las partículas de polvo hacia la comunidad.	30/06	Jefe Planta Cal

### 1.3.1. Valoración sobre los beneficios de la implementación de la gestión ambiental en la Planta de Producción de Hidrato de Cal de ZETI Las Tunas

1. Mejora la fertilidad del suelo por la reducción de residuos sólidos.
2. Mejora la calidad del aire de la zona por la minimización de las emisiones gaseosas.
3. Mejora la calidad de aire y la salud por la reducción de las emisiones de Partículas Sólidas Totales (Polvo).
4. Mejora el aspecto paisajístico de la zona, aumentando la visibilidad para apreciar la naturaleza existente alrededor de la industria.

5. Mejora la calidad higiénica-sanitaria del personal que opera dentro de la industria.
6. Mejora las relaciones con la comunidad y autoridades ambientales.
7. Aumenta la cantidad de producción de cal mediante la recuperación de residuos.
8. Crea un ambiente más limpio en su industria y su comunidad.
9. Se aplican las normas ambientales siendo un ejemplo para replicar.
10. Se logra la aprobación del presupuesto de ejecución de la Obra: Ampliación de Calera La Yaya, con un monto de \$1,520 000.00, el cual ya se ha ejecutado al 78 % y cuya implementación se puede observar en los Anexos del 7 al 8.

El presente trabajo constituye una herramienta básica para determinar las zonas más afectadas, la población que recibe sus impactos y poner en marcha una maquinaria que incluye inversiones, participación ciudadana, capacitación, mejora de tecnologías y uso eficiente de combustibles, acciones en beneficio de la salud humana y el medio ambiente, y finalmente provee los elementos necesarios para verificar, con el paso del tiempo, si las medidas propuestas han cumplido el objetivo para el cual fueron diseñadas.

## **CONCLUSIONES**

1. En el proceso de producción de la cal objeto de estudio se pudo comprobar que el 80 % de los puntos muestreados la concentración de partículas en suspensión de polvo está por encima del valor permisible según la norma NC 39:1999.
2. Con la elaboración de un plan de acción de adecuación ambiental se logra *realizar acciones de mejora a las instalaciones que posibilitan disminuir la emisión de contaminantes en la planta objeto de estudio.*

## **BIBLIOGRAFÍA**

1. Castellanos AG. (1984) *Morbilidad laboral en los trabajadores vinculados directamente a la producción de cemento durante 10 años o más en la fábrica "José Mercerón Allen"* (Trabajo para optar por el título de Especialista de Primer Grado en Medicina del Trabajo). Santiago de Cuba: Centro Provincial de Higiene y Epidemiología.

2. Cuesta, O. et al. (2000). *Caracterización del medio ambiente atmosférico en la ribera este de la bahía de La Habana*. Informe científico técnico, INSMET, La Habana.
3. Díaz Urbay, A. y cols. (2000). *Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo*. Instituto de Estudios e Investigaciones del Trabajo. La Habana.
4. Falcón Piedra, F.(1995). *Importancia de la Cal en la Fabricación del Azúcar de Caña*, 11pp., Imprenta MINAZ, La Habana.
5. Gómez Álvarez, Tomás; (2003). *La vigilancia en la salud en el centro de trabajo*; Editorial Tecnos.
6. Gil G., Manrique A., Fernández J.M. (1995). *Dermatitis de contacto por cemento: fisiopatología*. Actualidad Dermatológica; 34: 611-624.
7. Gomero Cuadra Raúl, Zevallos Enriquez Carlos, Llap Yesan Carlos. *Medicina del Trabajo, Medicina Ocupacional y del Medio Ambiente y Salud Ocupacional*. Scielo Perú [revista en Internet] 2006 [acceso enero 2018]; 17(2): [105-108]. Disponible en: <http://www.scielo.org.pe/pdf/rmh/v17n2/v17n2ce1.pdf>.
8. NC 872:(2011) “*Seguridad y salud del trabajo - Sustancias nocivas en el aire de la zona de trabajo - Evaluación de la exposición laboral - Requisitos generales*”.
9. NC 39:(1999) “*Calidad del aire. Requisitos higiénicos sanitarios. Enmienda 1*”.
10. NC 1020:(2014). *Calidad del aire. Contaminantes, concentraciones máximas admisibles y valores guías en zonas habitables*. Oficina Nacional de Normalización (ONN). Cuban National Bureau of Standards.
11. NC 111:(2004) “*Calidad del aire. Reglas para la vigilancia de calidad del aire en asentamientos humanos*”. Oficina Nacional de Normalización (ONN). Cuban National Bureau of Standards.
12. Schindler, C. et al. (2009). *Improvements in PM10 Exposure and Reduced Rates of Respiratory Symptoms in a Cohort of Swiss Adults (SAPALDIA)*. American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine, 179, 579-587.
13. UNE 81599: (1996). *Calidad del aire. Atmósferas en el lugar de trabajo. Determinación de materia particulada (fracciones inhalable y respirable) en aire. Método gravimétrico*.

#### Webs consultadas:

14. <http://www.insht.es> Consultado en enero 2018.
15. <http://www.prevenpiedra.com> Consultado en enero 2018.
16. [http://www.wikipedia.org/wiki/Salud\\_laboral](http://www.wikipedia.org/wiki/Salud_laboral). Consultado en enero 2018.