

Ladrillera Santa Fe

Procedimiento de Ingreso Seguro para la Intervención en las Celdas de Secado Planta

Soacha 2

Erika Milena Morales Rodríguez

ID 000278145

Luis Hernando Márquez

Docente opción de grado

Corporación Universitaria Minuto de Dios – Virtual a distancia

Facultad de Ciencias Empresariales

Administración en Salud Ocupacional

Soacha, Cundinamarca

2016

## **Resumen**

El presente trabajo tiene como objeto establecer un procedimiento de ingreso seguro, para la intervención por parte del personal técnico de mantenimiento eléctrico y mecánico en aras de minimizar el riesgo causado por el contenido elevado de partes por millón de monóxido de carbono. En las celdas de secado de la Planta 2 en la Empresa Ladrillera Santafé (LSF), ubicada en el municipio de Soacha (Cundinamarca),

Este procedimiento empieza identificando el peligro, valorizando los riesgos y evaluando las condiciones de seguridad con las que el personal operativo y técnico tanto electricistas como mecánicos deben ingresar a las celdas para una intervención de mantenimiento correctivo durante sus diferentes fases en un ciclo de secado, además describe el paso a paso que se debe realizar para el manejo de todos los equipos que controlan el ciclo de secado en una celda; y así lograr una reducción de los niveles de monóxido de carbono que garanticen el ingreso del personal.

Durante este estudio se pudo identificar según toma de muestras (medición de gases) que en diferentes celdas de secado estas mediciones sobrepasan los límites permisibles y se confrontaron con los publicados por la Conferencia Americana de Higienistas Industriales (ACGHI, en inglés), aceptados en Colombia, para poder determinar el plan de acción a tomar.

Este procedimiento contempla el manejo de las compuertas y válvulas reguladoras del ciclo de secado, que debe realizar el personal a cargo para la reducción del nivel de monóxido de carbono, en el momento en que alguna persona necesite ingresar a una celda para ser intervenida.

Este informe proporciona detalles de los aspectos relacionados con efectos sobre la salud que causa el agente en estudio, objetivos, métodos aplicados, conclusiones, medidas de control técnico y administrativas para que LSF- planta Soacha 2 considere, como alternativas, para mantener bajo control las condiciones de trabajo que podrían suponer un riesgo para la salud y seguridad de los trabajadores expuestos.

En cuanto a la parte ambiental, es muy importante tener en cuenta puesto que uno de los gases emitidos como lo es el monóxido de carbono, está siendo liberado a la atmosfera directamente lo que permite realizar una serie de recomendaciones para su control, las cuales quedaran descritas en el presente documento.

## **Abstract**

The objective of this study is to establish a safe entry procedure, for the intervention by the electrical and mechanical maintenance technical, In order to minimize the risk caused by the high content of parts per million of carbon monoxide.

In the drying cells of Plant 2, in the Ladrillera Santafé Company (LSF), located in the municipality of Soacha (Cundinamarca), This procedure begins by identifying the hazard, assessing the risks and evaluating the safety conditions with which the operating personnel and technician both electricians and mechanics must enter the cells for a corrective maintenance intervention, during its different phases in a drying cycle, also describes the step by step that must be performed for the management of all the equipment that controls the drying cycle in a cell; and thus achieve a reduction of the levels of monoxide that guarantee the entrance of the personnel.

During this study it was possible to identify, according to the sampling in different cells, that the measurements exceed the permissible limits and were compared with those published by the American Conference of Industrial Hygienists (ACGHI), accepted in Colombia, in order to determine the plan Action to take.

This procedure contemplates the management of the dampers and regulating valves of the drying cycle, which must be performed by the personnel in charge to reduce the level of carbon monoxide, at the moment when someone needs to enter a cell to be operated.

The report provides details of aspects related to health effects of the agent under study, objectives, methods applied, conclusions, technical and administrative control measures for LSF-Soacha 2 to consider, as alternatives, to keep under control conditions Work that could pose a risk to the health and safety of exposed workers.

As far as the environmental part is contemplated since the monoxide will be sent to the atmosphere, some recommendations for the control of the same are described.

## Índice

Planteamiento del Problema .....	9
Descripción del Problema .....	9
Pregunta de investigación .....	9
JUSTIFICACIÓN .....	11
Objetivos .....	13
Objetivo general.....	13
Objetivos específicos.....	13
ANTECEDENTES .....	14
MARCOS DE REFERENCIA .....	18
Marco conceptual .....	18
Marco teórico.....	21
Fuente elaboración propia. ....	21
Marco legal.....	29
Metodología .....	30
Tipo de investigación.....	30
Población y muestra.....	30
Instrumentos .....	30
ESTRATEGIA DE MUESTREO .....	31
Valores de referencia .....	33
Fuente. Elaboración propia. ....	35
Resultados de la medición .....	36
Tendencia de los dos ensayos. ....	38
Conclusiones .....	39
Recomendaciones .....	40
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS .....	42

## **Lista de tablas.**

Tabla 1 Actividad económica.....	21
Tabla 2 Marco Legal .....	29
Tabla 3 Movimiento de Válvulas (Receta en PLC) .....	32
Tabla 4 Límites Permisibles.....	34
Tabla 5 Recursos Utilizados.....	35
Tabla 6 Cronograma de actividades .....	35
Tabla 7 Registros de ensayos .....	37

## Listas de figuras

Figura 1 Flujograma de proceso.....	22
Figura 2 Diagrama de Entradas y Salidas. (producto).....	24
Figura 3 Diagrama funcional.....	25
Figura 4 Estructura Interna Celdas de Secado.....	26
Figura 5 Extracción de Humedad.....	27
Figura 6 Multi detector de gases .....	32
Figura 7 Tendencia de resultados ensayos .....	38



## Planteamiento del problema

### Descripción del Problema

Los trabajadores encargados del mantenimiento mecánico y eléctrico de la planta Soacha 2, en el área de Secado están expuestos al monóxido de carbono al momento de hacer intervenciones de urgencia o rutinarias en el interior de las celdas de la planta; puesto que para poder extraer la humedad del producto el principal objetivo de esta fase del proceso se utiliza el gas natural para el funcionamiento de los quemadores, en un espacio confinado (Celdas de Secado), sin ningún instructivo o medida de seguridad para el ingreso, la mayoría de veces en las fases más críticas del secado (desde la fase 2 a la fase 5), donde se sobrepasan los niveles límites permisibles de monóxido de carbono, publicados por la conferencia Americana de Higienistas Industriales (ACGIH) aceptados en Colombia. Exponiendo la vida de estas personas y aumentando la probabilidad de ocurrencia de incidentes y/o accidentes de trabajo.

Conociendo esta problemática y los riesgos a los que se expone este grupo de trabajadores, se propone la implementación de un procedimiento que permita el ingreso seguro a las celdas de secado en cualquiera de sus seis fases de operación, y de esta manera contribuir a la mejora de las condiciones de trabajo y el dar cumplimiento a la política del sistema integrado de gestión el cual en uno de sus objetivos propone crear espacios saludables para los trabajadores de LSF.

### Pregunta de investigación

¿De qué manera se lograría minimizar la presencia en partes por millón de monóxido de carbono en cualquiera de las fases de operación de las celdas de secado de la planta

Soacha 2, que permita el ingreso seguro para intervención de los técnicos de mantenimiento eléctrico y mecánico de LSF?

## Justificación

Teniendo en cuenta que el monóxido de carbono (CO) se absorbe por vía respiratoria y es rápidamente transportado en la sangre donde se combina con la hemoglobina reduciendo la capacidad de transporte de oxígeno (O<sub>2</sub>), perjudicando el sistema respiratorio de las personas, es importante tener en cuenta que los trabajadores de mantenimiento eléctrico y mecánico de la empresa LSF están expuestos a incidentes que puedan presentarse como consecuencia a la exposición de (CO).

Basta la observación para evidenciar los diferentes factores de riesgo a los que se encuentran expuestos los trabajadores de LSF tales como, riesgo químico, condiciones de seguridad, esfuerzo físico, lo que los lleva a presentar afectaciones de salud o la ocurrencia de accidentes y/o incidentes laborales que desencadena en la probabilidad de aumento de ausentismo laboral por incapacidades médicas, factor que afecta directamente la productividad de la empresa LSF.

Teniendo en cuenta lo anterior y dando cumplimiento a la política integral de LSF en cuanto a la promoción de la seguridad y salud, la calidad de vida, y la prevención de accidentes laborales en los trabajadores, surge la necesidad de crear procedimientos que mitiguen los riesgos a los que se encuentran expuestos en el desarrollo de sus actividades diarias.

Por esta razón se realiza un proceso de análisis e investigación al proceso en la fase de secado poniendo en práctica los conocimientos adquiridos acerca del riesgo químico y sus consecuencias y de esta manera dar a conocer objetivamente los resultados de los

ensayos hechos en las celdas de secado, con la finalidad de reducir el riesgo presente y que no se vea afectada la salud de los trabajadores.

## Objetivos

### Objetivo general

Diseñar e implementar un procedimiento para minimizar la presencia en partes por millón de monóxido de carbono en cualquiera de las fases de operación del ciclo de secados de las celdas de la planta Soacha 2, el cual permita el ingreso seguro para la intervención de los equipos ante cualquier eventualidad, al personal de mantenimiento eléctrico y mecánico de LSF.

### Objetivos específicos

- Identificar los Peligros y valorar los riesgos específicos en términos de salud y seguridad que genera el ingreso a las celdas de secado con presencia de altas PPM de monóxido de carbono.
- Caracterizar las actividades susceptibles de generar riesgos para los trabajadores en las celdas de secado.
- Establecer controles de acuerdo a las condiciones de trabajo conforme a la normatividad vigente(riesgos higiénicos y seguridad )
- Diseñar el procedimiento de trabajo seguro para la intervención de técnicos mecánicos y eléctricos en las celdas de secado.
- Socialización del procedimiento a las partes interesadas de la empresa LSF.

## Antecedentes

A través de un ejercicio de consulta y documentación sistemática relacionada con estudios de investigación referentes a trabajadores expuestos al gas monóxido de carbono (CO) es preciso citar a alcaldía mayor de Bogotá proyecto de acuerdo 181(2012):

Por medio del cual se promueve la donación de bicicletas a personas en situación de vulnerabilidad" La bicicleta no genera emisiones perjudiciales para el medio ambiente y la salud. Los vehículos automotores dependiendo del combustible utilizado, emiten material particulado y gases contaminantes, como el monóxido de Carbono (CO). Se produce por la incompleta combustión del carbón contenido en el combustible.

En la siguiente investigación se resalta los mayores contaminantes de la atmosfera terrestre según Téllez et al (2006).

El monóxido de carbono es considerado uno de los mayores contaminantes de la atmósfera terrestre. Sus principales fuentes productoras responsables de aproximadamente 80% de las emisiones, son los vehículos automotores que utilizan como combustible gasolina o diésel y los procesos industriales que utilizan compuestos del carbono. Esta sustancia es bien conocida por su toxicidad para el ser humano. Sus efectos tóxicos agudos incluida la muerte han sido estudiados ampliamente; sin embargo, sus potenciales efectos adversos a largo plazo son poco conocidos. En los últimos años, los estudios

de investigación experimentales en animales y epidemiológicos en humanos han evidenciado relación entre población expuesta en forma crónica a niveles medios y bajos de monóxido de carbono en aire respirable y la aparición de efectos adversos en la salud humana especialmente en órganos de alto consumo de oxígeno como cerebro y corazón.

Se presenta otra investigación de Téllez, J., Rodríguez, A., & Fajardo, Á. (2006).

Contaminación por monóxido de carbono: un problema de salud ambiental. *Revista de salud pública*, 8(1), 108-117. Gran parte de la emisión de monóxido de carbono (CO) tiene su origen en el empleo de la gasolina como combustible de los vehículos a motor, especialmente en el área urbana. Otras fuentes son la generación de calor y energía, algunos procesos industriales y la incineración de desechos (1). Venezuela se encuentra entre los países latinoamericanos que han promulgado alguna legislación para el control de los contaminantes del aire, entre ellos el CO. Las concentraciones máximas permisibles establecidas en nuestro país para este gas son,  $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$  en 8 horas y  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$  en 1 hora (2), frente a los 10 y  $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , respectivamente, que establece la Organización Mundial de la Salud (OMS) (3). Las concentraciones de CO siempre son más altas en lugares como las avenidas de gran tránsito, los estacionamientos subterráneos o las terminales de pasajeros, y representan una exposición laboral para trabajadores como los fiscales de tránsito, vendedores ambulantes y de puestos fijos, policías, etc. (4)

Rojas, M., Dueñas, A., & Sidorovas, L. (2001).

Evaluation of exposure to carbon monoxide among kiosk vendors in Valencia, Venezuela. *Revista Panamericana de Salud Pública*, 9(4), 240-245. El monóxido de carbono es uno de los mayores contaminantes de la atmósfera terrestre. Sus principales fuentes productoras de emisión (aproximadamente el 80%), son los vehículos que funcionan con gasolina o diésel y los procesos industriales. Este trabajo se enfoca en el análisis de riesgo ocupacional para un área de estudio donde se encuentran fuentes fijas y móviles de monóxido de carbono. En este estudio se empleó la técnica de isoconcentraciones con el fin de evidenciar gráficamente la concentración del contaminante, utilizando un detector que opera con tecnología de sensor infrarrojo no dispersivo. Posteriormente, se realizó un cálculo de riesgos (plasmado en un mapa), el cual relaciona la concentración del contaminante con valores límites establecidos por la OSHA y la WHO. Finalmente, se observó un riesgo aceptable con respecto a las concentraciones de monóxido de carbono en el mapa de riesgos, evidenciado por un coeficiente de peligro menor a 1 en toda el área de estudio.

Se hace énfasis en los trabajadores expuestos a contaminación ambiental según Buitrago, J. L. B., & Riaño, M. V.

“Análisis de riesgo ocupacional asociado a la presencia de monóxido de carbono mediante un sistema gráfico. Evaluar las diferencias de salud entre grupos de trabajadores expuestos y no expuestos o menos expuestos a contaminación ambiental.”

Palacio, C. M. Q., & Gómez, H. A.



Efectos de la Contaminación Atmosférica sobre la Salud en adultos que laboran a diferentes niveles de exposición. Cada una de estas entidades juega un papel exclusivo en proteger a los trabajadores, a los consumidores o al público en general de los peligros relacionados con la seguridad y la salud. Debido al interés que tienen en común de prevenir los envenenamientos con monóxido de carbono (CO) que resultan del uso ampliamente difundido de emplear herramientas y equipos con motores pequeños de gasolina en espacios cerrados o confinados, las entidades han decidido aunar esfuerzos a fin de producir un documento conjunto que responda a este problema y provea recomendaciones para la prevención. Tal esfuerzo combinado evita la duplicación y confusión originadas en múltiples documentos y fomenta el uso eficiente de los recursos del gobierno.

Ehlers, McCammon, O'Brien, D, Mickelsen, Woebkenberg, & Stein, E. "Prevención de envenenamiento con monóxido de carbono producido por herramientas y equipos con motores pequeños de gasolina."

## Marcos de referencia

### Marco conceptual

El monóxido de carbono: (CO) es un gas sin olor ni color. Se produce por la incompleta combustión del carbón contenido en el combustible. Afecta la salud porque al unirse a la hemoglobina de la sangre disminuye su capacidad para transportar oxígeno a los tejidos. Perjudica la capacidad de trabajo físico e intelectual. Inhibe el sistema enzimático que metaboliza los fármacos.

Puede causar súbitamente una enfermedad y la muerte. El CO se encuentra en el humo de la combustión, como lo es el expulsado por automóviles y camiones, candelabros, estufas, fogones de gas y sistemas de calefacción.

Gases de combustión. Este gas contiene gran cantidad de partículas de hollín. El gas de escape de una combustión es el gas que sale a la atmósfera a través de un conducto, que es un tubo o canal para el transporte de gases de escape de un generador de chimenea, horno o caldera de vapor.

Valores límites permisibles (L P): Los TLVs ( Threshold Limit Value o Valor Límite Umbral ) o valores CMP ( concentración máxima permisible ponderada en el tiempo ) hacen referencia a concentración de sustancias que se encuentran en suspensión en el aire.

Representan condiciones por debajo de las cuales se cree que todos los trabajadores pueden exponerse, repetidamente y día a día a la acción de tales concentraciones sin sufrir efectos adversos para la salud.

Efectos a la salud por monóxido: Decremento en la función cardiaca, deterioros visuales, alteraciones en el flujo sanguíneo, capacidad laboral reducida, dolor de cabeza, falta de aliento para realizar esfuerzos, náuseas, vómitos, músculos débiles, oscurecimiento de la visión, irritabilidad, desmayo, convulsiones, coma, actividad cardiaca y respiración deprimida y la muerte.

Carboxihemoglobina: El monóxido de carbono, que por sus características físico-químicas es llamado “el asesino silencioso”, utiliza múltiples mecanismos de toxicidad que explican sus potenciales efectos adversos en la salud humana. Entre ellos se encuentran los siguientes: Compite con el oxígeno y altera la curva de disociación de la hemoglobina. Una vez penetra al organismo, el monóxido de carbono se une a las enzimas del grupo Hem de la hemoglobina, desplazando al oxígeno de la misma. De esta manera se forma en la sangre un complejo que se denomina carboxihemoglobina.

Higiene ocupacional: Se dedica a estudiar los efectos de los contaminantes sobre las personas expuestas, con el fin de determinar los valores de la concentración o cantidad de las sustancias químicas o agentes físicos contaminantes que pueden resultar peligrosos para generar daño para la salud. Su objeto es establecer los Valores Límites Permisibles conocidos también como los TLVs (Threshold Limit Values), con los cuales se espera que casi todos los trabajadores puedan estar expuestos día tras día de manera repetitiva sin efectos adversos a la salud, así como de establecer y estandarizar los métodos de monitoreo o de toma de muestras o de prácticas analíticas.

Factor de riesgo: Se denomina a cualquier factor o elemento que aumenta la probabilidad de ocurrencia de un evento adverso para la salud.

Contaminantes químicos: Son aquellos elementos químicos y sus compuestos, tal y como se encuentran en estado natural o como se producen en la industria, que puedan dañar directa o indirectamente a personas, bienes y/o medio ambiente.

Medidas de control: Medidas y actividades que pueden aplicarse para prevenir o eliminar un peligro para reducirlo a un nivel aceptable.

PLC: (Programmable Logic Controller), controlador lógico programable.

Pianal: Estructura metálica cuadrada que sirve como soporte para organizar el producto que va ser secado en las celdas.

Trolley: Equipo que funciona por red eléctrica y sistema guiado por rieles sirve para transportar los pianales con el producto hacia las celdas de secado.

Torres de agitación: Equipo interno de la celda que se mueve de un lado a otro horizontalmente distribuyendo aire ambiente.

## Marco teórico

Actividad económica

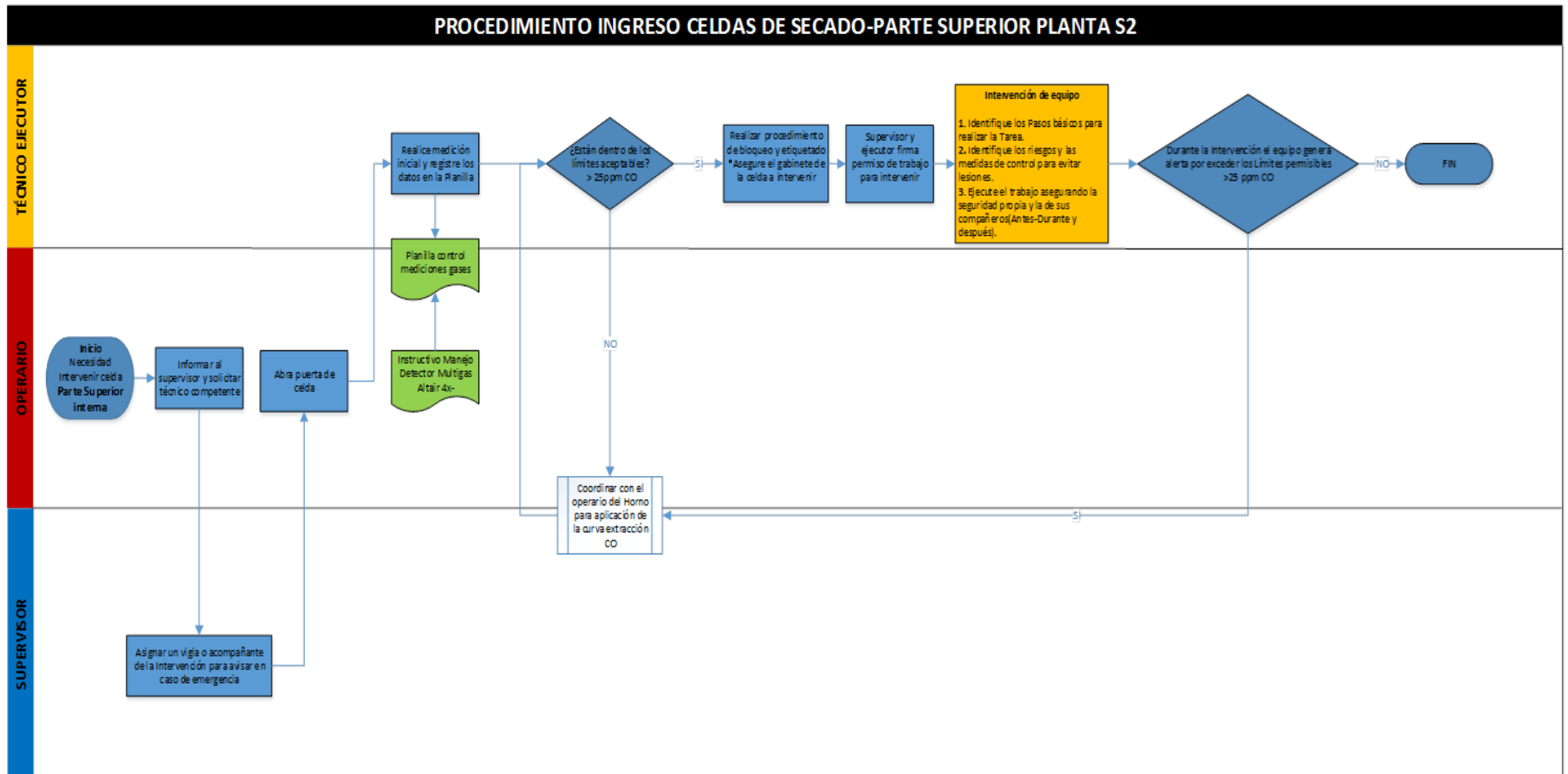
Tabla 1 Actividad económica

<b>RAZÓN SOCIAL</b>	<b>LADRILLERA SANTA FE S.A</b>
<b>PLANTA EVALUADA</b>	Planta Soacha 2
<b>ACTIVIDAD ECONÓMICA</b>	Empresa dedicada a la fabricación de productos de arcilla y cerámica no refractarias, para uso estructural fabricación de ladrillo
<b>NIT</b>	860.000.762-4
<b>PERSONA DE CONTACTO</b>	Alexander Castro
<b>CARGO</b>	Coordinador del sistema de gestión de seguridad y salud en el trabajo.

Fuente elaboración propia.

## Flujograma del proceso

Figura 1. Flujograma de proceso



Elaboración propia.

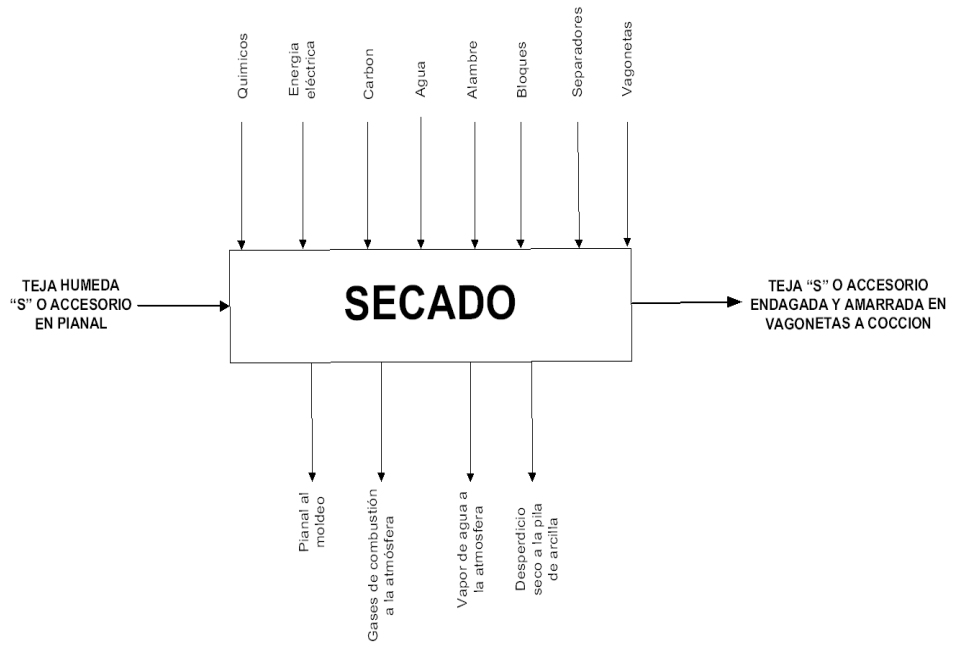
Las celdas se componen de 16 recamaras cada una trabaja de forma independiente, se utiliza para extraer la humedad del producto que se le adiciona en la fase de moldeo, que es expuesto a cierta temperatura, la cual puede ser generada por el aire caliente recuperado del horno y del quemador de vena de aire, que ingresa a la celda por medio de una compuerta (la cual ya viene con CO); esto es controlado por un panel local de control (PLC) que tiene preestablecidas 6 recetas diferentes de secado. En la actualidad existen 16 celdas, que componen el Secador Rovigo.

Las celdas del secador tienen cuatro sistemas principales el (PLC), sistema de movimiento de puertas, sistema de paso de aire caliente, y sistema de movimiento de conos de agitación (Trainos); el primero se compone de un PLC que es el que controla el movimiento de los equipos; el segundo se compone de Puertas de ingreso, moto reductores, cadenas, piñones, guías, pulsadores, topes y micros; el tercero se compone de compuerta, ducto de aire caliente, motoreductor y potenciómetro; y el cuarto se compone de Carro, rieles de traslación, ejes, cadenas, piñones, ventiladores, moto reductores, motores eléctricos, malla de protección, escobillas y porta escobillas.

Las fallas más comunes que se detectan en las celdas de secado son:

- No operación de la compuerta.
- No operación de las torres de agitación.
- El material sale húmedo.
- Daño en moto reductores

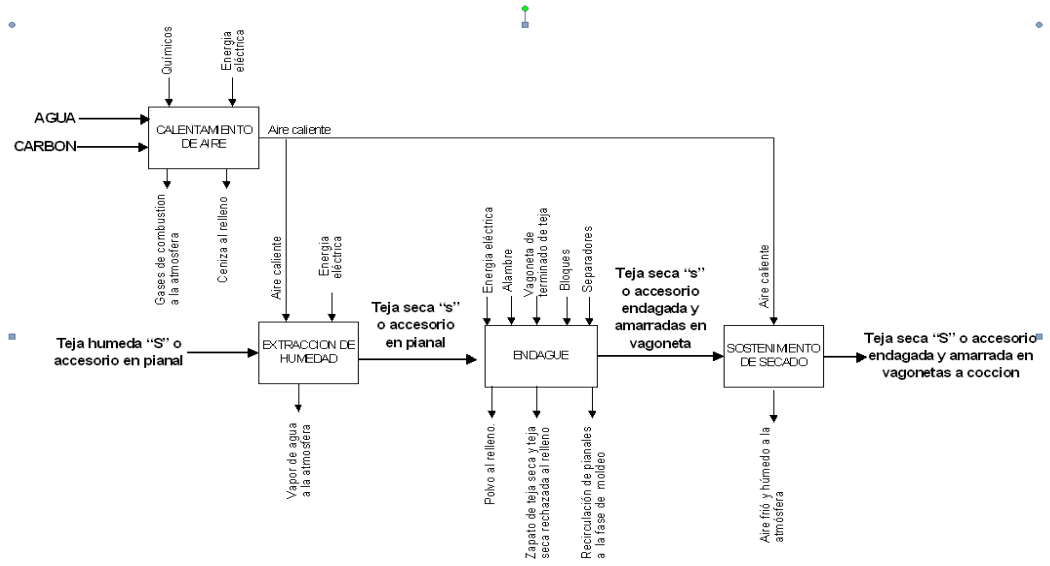
Figura 2 Diagrama de Entradas y Salidas. (producto)



Fuente. Tomado de la base de datos de LSF.

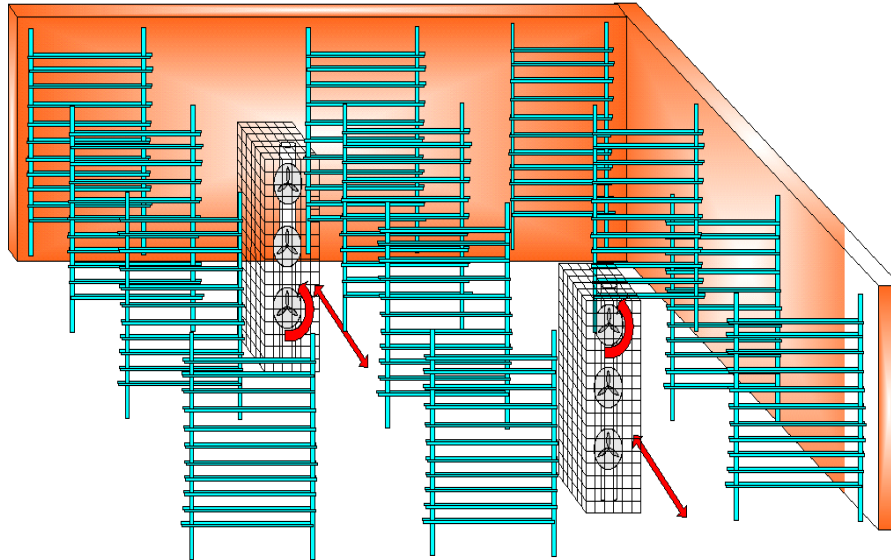


Figura 3 Diagrama funcional.



Fuente. Tomado de la base de datos de LSF.

Figura 4 Estructura Interna Celdas de Secado.



Fuente. Tomado de la base de datos de LSF.

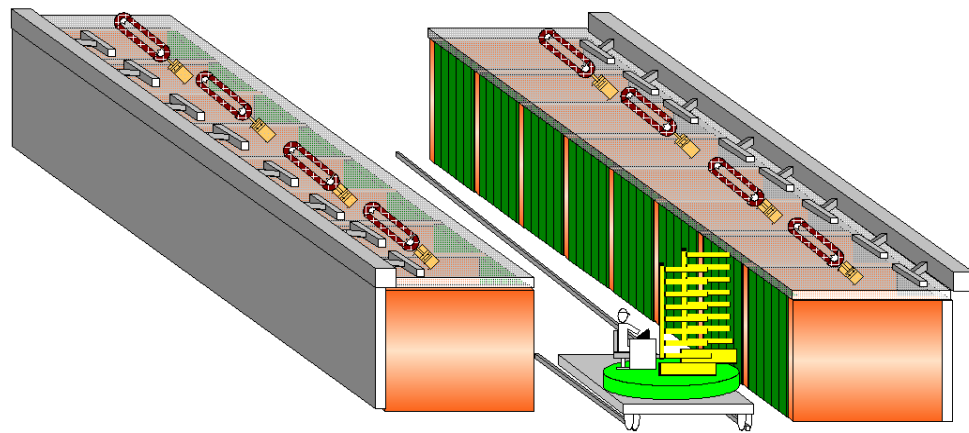
El sistema de movimiento de puertas es el encargado de permitir el ingreso y la salida del trolley, (que es el equipo que trasporta el material de la fase de moldeo a las celdas y de las celdas a la fase de endague o apilado), la apertura o cierre de la puerta de la celda es controlada por medio de un pulsador que a su vez controla el motoreductor, que por medio de un sistema de transmisión por cadenas permiten que sean realizados dichos movimientos.

La apertura o cierre de las puertas es también controlada por micros, que son obturados por unos topes que tiene la estructura de las puertas; la acción de los micros es ordenar al motor que detenga su movimiento

El sistema de ingreso de aire caliente es el encargado de permitir la entrada de aire al interior de las celdas cuando está se encuentra cerrada y llena de material húmedo, esta entrada de aire caliente es controlada por medio de la compuerta del ducto de aire caliente; la compuerta se va abriendo gradualmente, de acuerdo al número de pasos preestablecidos de la receta programada en el PLC.

Por medio de la acción del aire caliente se logra extraer la humedad presente en el material suministrado por la fase de moldeo; este vapor de agua sale de las celdas de manera natural por medio de un ducto que envía este vapor a la atmósfera.

Figura 5 Extracción de Humedad



Fuente. Tomado de la base de datos de LSF.

El sistema de movimiento de torres de agitación es el encargado de distribuir y avivar uniformemente el aire caliente que va ingresando por la compuerta del sistema de

ingreso de aire caliente, por todo el interior de las celdas; esto para asegurar que la temperatura del interior de la celda sea igual en cualquier parte de esta, lo que garantiza que todo el material se seque al mismo tiempo sin ocasionar defectos que afecten el desperdicio del producto.

Marco legal.

Tabla 2 Marco Legal

<b>Matriz legal para intervención celdas Soacha 2</b>		Código: _____ Versión: _____ Paginas: _____
<b>Identificación de los requisitos aplicables para gases</b>		
Requisito legal	Título del Requisito Legal	Obligación Dispuesta
Resolución 2400 de 22 de mayo de 1979 en su artículo 154	Por la cual se establecen algunas disposiciones sobre vivienda, higiene y seguridad en los establecimientos de trabajo	"En todos los establecimientos de trabajo en donde se lleven a cabo operaciones y procesos con sustancias nocivas o peligrosas que desprendan gases, humos, neblinas, polvos, etc. y vapores fácilmente inflamables, con riesgo para la salud de los trabajadores, se fijarán los niveles máximos permisibles de exposición a sustancias tóxicas, inflamables o contaminantes atmosféricos industriales, en volumen en partes de la sustancia por millón de partes de aire (P.P.M.)
Resolución 2400 de 22 de mayo de 1979 en su artículo 161	Por la cual se establecen algunas disposiciones sobre vivienda, higiene y seguridad en los establecimientos de trabajo	"En los establecimientos de trabajo en donde se produzcan contaminantes ambientales como polvos, humos, gases, neblinas y vapores tóxicos y nocivos, se emplearán los siguientes métodos para su control: a) Ventilación general. Se empleará extracción o suministro mecánico de aire, o ambos en cantidad y distribución suficiente para asegurar un reemplazo continuo del aire contaminado por aire fresco y limpio.
Resolución 2400 de 22 de mayo de 1979 en su artículo 182	Por la cual se establecen algunas disposiciones sobre vivienda, higiene y seguridad en los establecimientos de trabajo	"Los respiradores de cartucho químico y las máscaras de depósito no deberán emplearse en lugares cerrados con ventilación deficiente o en ambientes donde el contenido de oxígeno sea inferior al 16%
Resolución 2400 de 22 de mayo de 1979 en su artículo 201	Por la cual se establecen algunas disposiciones sobre vivienda, higiene y seguridad en los establecimientos de trabajo	"Los aparatos de respiración de oxígeno serán empleados en combatir incendios, salvamento o trabajos de reparación en atmósfera que contenga altas concentraciones de gases o tenga deficiencia de oxígeno; estos aparatos de respiración de oxígeno serán usados por personas adiestradas"
Resolución 2400 de 22 de mayo de 1979 en su artículo 306	Por la cual se establecen algunas disposiciones sobre vivienda, higiene y seguridad en los establecimientos de trabajo	"Los trabajadores que penetren a los silos o tolvas donde exista el peligro de asfixia por falta de oxígeno, deberán usar máscara respiratoria con manguera conectada a soplador mecánico
Resolución 2400 de 22 de mayo de 1979 en su artículo 323	Por la cual se establecen algunas disposiciones sobre vivienda, higiene y seguridad en los establecimientos de trabajo	"La atmósfera (aire) que existe dentro de un tanque, cuando alcanza un valor menor del 14 al 20 por ciento del límite más bajo de explosividad, que registre un indicador de vapor o de gas, se considerará peligrosa a la respiración aún por corto tiempo"
Ley 9 de 24 de enero de 1979 en su artículo 98	Por la cual se establecen algunas disposiciones sobre vivienda, higiene y seguridad en los establecimientos de trabajo	En todo lugar de trabajo en que se empleen procedimientos, equipos, máquinas, materiales o sustancias que den origen a condiciones ambientales que puedan afectar la salud y seguridad de los trabajadores o su capacidad normal de trabajo, deberán adoptarse las medidas de higiene y seguridad necesarias para controlar en forma efectiva los agentes nocivos, y aplicarse los procedimientos de prevención y control correspondientes.
Ley 9 de 24 de enero de 1979 en su artículo 99	Por la cual se dictan Medidas Sanitarias.	En los lugares de trabajo donde no sea posible mantener los agentes nocivos dentro de los valores límites a que hace referencia el artículo 110, una vez aplicadas las medidas apropiadas de medicina, higiene y seguridad, se deberán adoptar métodos complementarios de protección personal, limitación de trabajo humano y los demás que determine el Ministerio de Salud.
Ley 9 de 24 de enero de 1979 en su artículo 127	Por la cual se dictan Medidas Sanitarias.	Todo lugar de trabajo tendrá las facilidades y los recursos necesarios para la prestación de primeros auxilios a los trabajadores.
Ley 9 de 24 de enero de 1979 en su artículo 111	Por la cual se dictan Medidas Sanitarias.	En todo lugar de trabajo se establecerá un programa de Salud Ocupacional, dentro del cual se efectúen actividades destinadas a prevenir los accidentes y las enfermedades relacionadas con el trabajo.
Ley 9 de 24 de enero de 1979 en su artículo 110	Por la cual se dictan Medidas Sanitarias.	El Ministerio de Salud fijará los valores límites aceptables para concentraciones de sustancias, en el aire o para condiciones ambientales en los lugares de trabajo, los niveles máximos de exposición a que puedan estar sujetos los trabajadores
Decreto único de trabajo 1072 26 de mayo de 2015 en el libro 2- Parte 2- Título 4- Capítulo 6. Artículo 2.2.4.6.15	Por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector trabajo	Identificar los peligros, evaluación y valoración de los riesgos
Decreto único de trabajo 1072 26 de mayo de 2015 en el libro 2- Parte 2- Título 4- Capítulo 6. Artículo 2.2.4.6.32	Por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector trabajo	Garantizar la investigación de incidentes, accidentes y enfermedades de trabajo

Fuente. Legislación Colombiana.

## Metodología

La metodología de trabajo incluyó la caracterización de condiciones de trabajo y circunstancias de exposición de trabajadores bajo observación, el diseño de una estrategia de muestreo basada en jornada completa y la comparación de los valores encontrados con los valores de referencia establecidos por el marco legal vigente, para el establecimiento de perfil de exposición potencial de los trabajadores a los contaminantes químicos objeto de análisis.

Dado que en general las exposiciones a agentes de riesgo higiénicos son eventos aleatorios, en los casos de concentraciones ponderadas en el tiempo (TWA) que superen el valor que da lugar a una acción e incluso el límite permisible, con el fin de determinar la tendencia general de exposiciones en el tiempo.

### Tipo de investigación

Exploratorio descriptivo

### Población y muestra

En la actualidad existen dieciséis celdas de secado de la cual se le hace medición y seguimiento a doce.

### Instrumentos

1. Matriz de identificación de peligros y valoración de riesgo norma técnica Colombiana GTC 45 del 2012.
2. Formato para el monitoreo de monóxido de carbono.
3. Multi detector de gases.
4. Para presentación de los resultados de las mediciones se utiliza Excel.

### Estrategia de muestreo

La estrategia de muestreo de evaluación se realizó bajo coordinación del señor Alexander Castro coordinador del sistema de gestión de seguridad y salud en el trabajo planta Soacha Ladrillera Santa Fe.

El muestreo básico de tipo selectivo incluyó la caracterización de doce de 16 celdas de secado en la planta Soacha 2, donde se tomaron 2 muestras en cada una, a una altura de 3.5 metros sobre el nivel del piso de la celda, donde se observan espacios cerrados, por encima de los ventiladores.

La primera muestra se toma en las condiciones reales con las que deben ingresar en la actualidad los trabajadores, abriendo la puerta de la celda y midiendo el aire contaminado.

La segunda muestra se toma con el procedimiento aplicado con la curva y dejando un tiempo de recirculación de diez minutos que se crea desde el supervisor que consiste, en maniobrar las compuertas de aire y válvulas de la parte superior de las celdas para dar paso al aire ambiente.

Para la toma de aire contaminado, se utiliza un equipo de muestra de lectura directa el cual mide en forma instantánea, la concentración presente en el aire, que a continuación se muestra la receta.

Tabla 3 Movimiento de Válvulas (Receta en PLC)

Limite	Mínimo	Máximo
Válvula de aire ambiente		Abierta al 100%
Válvula de expulsión		Abierta al 100%
Válvula de aire recuperado		Cerrada al 100%
Válvula de reciclo		Cerrada al 100%

Fuente. Elaboración propia.

Equipo utilizado

Figura 6 Multi detector de gases





Fuente.

[http://www.yarethquimicos.com/Dowloand/Detectores%20de%20Gases/Altair-4-MSA\\_Folleto-YARETH%20QUIMICOS%20LTDA.pdf](http://www.yarethquimicos.com/Dowloand/Detectores%20de%20Gases/Altair-4-MSA_Folleto-YARETH%20QUIMICOS%20LTDA.pdf)

Valores de referencia

Los valores límites permisibles se definen como concentraciones en el aire a la cual casi todos los trabajadores pueden estar repetidamente expuestos, día tras día, sin que se evidencie efectos adversos a la salud.

Si bien existen diferentes criterios de referencia, como los sugeridos por autoridades NIOSH y OSHA entre otros, para Colombia son recomendados establecidos por la conferencia Americana de Higienistas Gubernamentales (ACGIH).

En este sentido, el estatuto general de seguridad e higiene industrial del Ministerio de Trabajo y seguridad social Colombiana (resolución 2400 de 1979) establece, en su artículo 154 lo siguiente “En todo establecimiento de trabajo donde se lleven a cabo operaciones y procesos con sustancias nocivas o peligrosas que desprendan gases, humos, neblinas, polvos, entre otros y fácilmente inflamables con riesgo para la salud de los trabajadores, se fijaran los niveles máximos permisibles de exposición a sustancias tóxicas, inflamables o contaminantes atmosféricos industriales de la siguiente manera:

Los volúmenes en partes de la sustancia por millón de partes de aire (ppm) cuyo peso será en miligramos de la sustancia por metro cúbico de aire (mg/m<sup>3</sup>) de acuerdo con la tabla establecida por la (ACGIH).

Los niveles de concentración establecidos para los periodos de la jornada laboral (TWA) de ocho horas diarias de exposición cuarenta horas semanales, deben ser corregidos cuando los periodos de la jornada laboral son diferentes a las (40 horas a la semana) como es el caso de Colombia.

Los valores límites establecidos de umbrales establecidos por la AGHH, OSHA y NIOSH se presentan a continuación:

Tabla 4 Límites Permisibles.

<b>Contaminante</b>	<b>TLV-TWA</b>	<b>Bajo criterio de</b>	<b>Efecto crítico</b>
Monóxido de carbono	50 PPM en turno de ocho horas	OSHA	Carboxihemoglobina y muerte
Monóxido de carbono	35 PPM en un turno de 10 horas y 200 PPM de máximo 15 minutos.	NIOSH	Carboxihemoglobina y muerte
Monóxido de carbono	25 PPM en un turno de ocho horas	ACGIH	Carboxihemoglobina y muerte

Fuente. Elaboración propia.

Recursos:

Tabla 5 Recursos Utilizados

Humanos	Financieros	Físicos
Operario del horno Supervisor Senior planta Soacha 2 Operario del Trolley	Se encuentra en ejecución la adquisición de la escalera para acceder a la parte interna superior de la celda.	Multidetector de gases Elementos de protección personal. Computador, hojas, lapiceros y cámara fotografica.

Fuente. Elaboración propia.

Cronograma de actividades

Tabla 6 Cronograma de actividades

CRONOGRAMA ACTIVIDADES		
ACTIVIDADES	Fecha de inicio	Fecha fin
Identificación de riesgos	20/08/2016	30/08/2016
Creación matriz de riesgo	02/09/2016	05/10/2016
Mediciones niveles emisiones CO	06/10/2016	31/10/2016
Análisis del riesgo	01/11/2016	02/11/2016
Diseño de curva de control	03/11/2016	04/11/2016
Elaboracion del formato de mediciones	06/11/2016	08/11/2016
Elaboración informe de resultados	09/11/2016	16/11/2016
Divulgación resultados y propuesta de control del riesgo	17/11/2016	17/11/2016

Fuente. Elaboracion propia.

### Resultados de la medición

A continuación se presentan registros de las mediciones hechas en campo, en la primera se evidencia el monitoreo sin el procedimiento. Lo que se observa es que a pesar de que en algunas celdas de secado se registran partes por millón inferiores al límite permisible se mantienen, pero en otras las partes por millón superan el límite permisible y se deja un tiempo de diez minutos que es el que necesitan los técnicos de mantenimiento eléctrico y mecánico para el ingreso y cabe notar que las partes se mantienen al inicio y final de la medición.

En la segunda tabla se evidencia los valores encontrados de partes por millón de monóxido de carbono en cada una de las celdas monitoreadas aplicando la curva creada con la receta nombrada anteriormente desde el PLC y que permite controlar desde el supervisor (computador) dar la orden para el movimiento de las válvulas que permiten la expulsión del gas monóxido y reemplazarlo por aire ambiente, se hace la comparación con los límites permisibles publicados por ACGIH y aceptados en Colombia el resultado es satisfactorio.

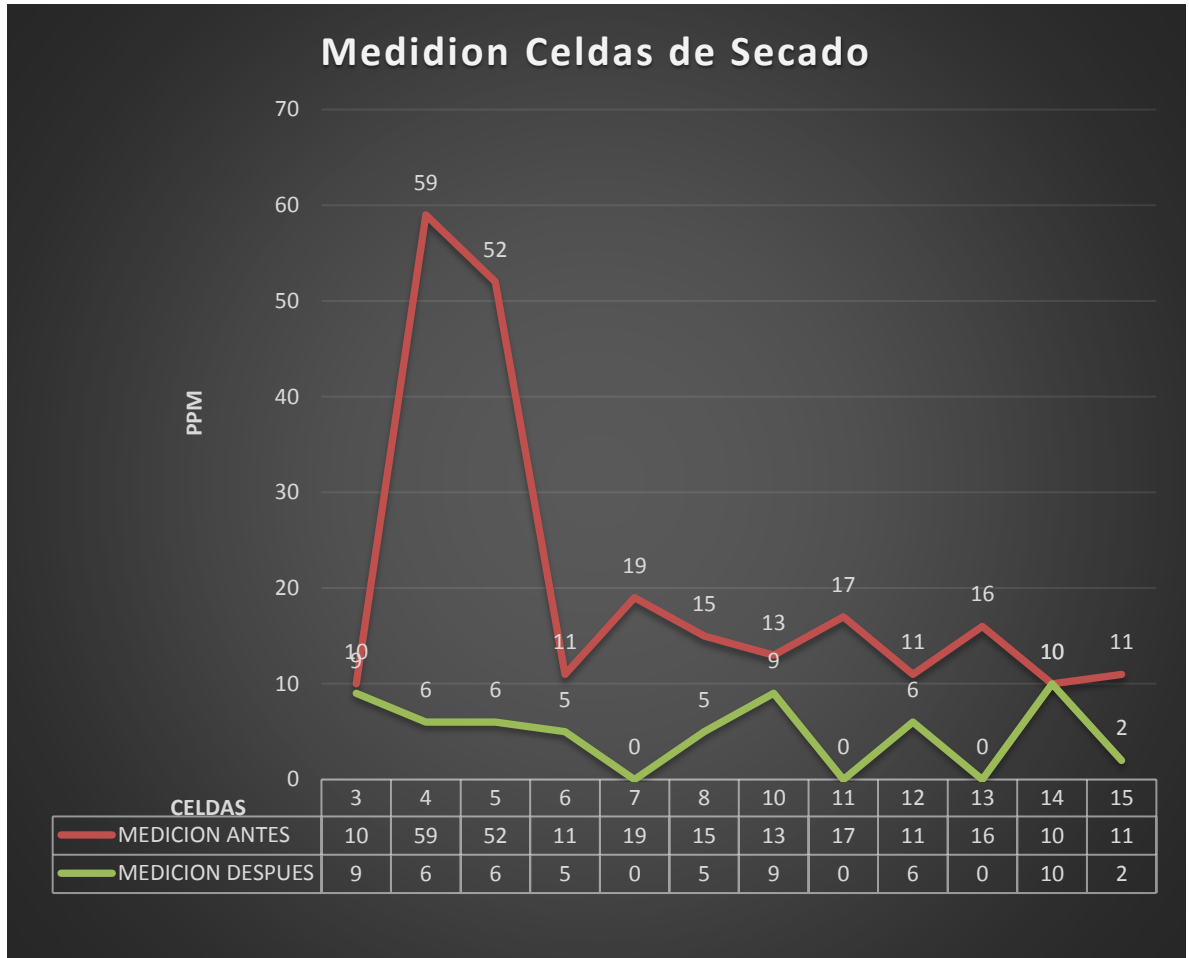
Tabla 7 Registros de ensayos

MONITOREO MONOXIDO DE CARBONO (CO) CELDAS DE SECADO S2				
N° CELDA	MEDICION INICIAL (CO) Ppm	FASE EN LA QUE SE ENCUENTRA LA CELDA	FECHA DE MUESTREO DD/MM/AA	MEDICION FINAL (CO) Ppm
3	10	4	19/10/2016	10
4	59	4	19/10/2016	59
5	52	0	19/10/2016	11
6	11	5	19/10/2016	17
7	19	0	19/10/2016	11
8	15	6	19/10/2016	16
10	13	6	19/10/2016	10
11	17	5	19/10/2016	11
12	11	4	19/10/2016	11
13	16	4	19/10/2016	16
14	10	5	19/10/2016	10
15	11	6	19/10/2016	11
MONITOREO MONOXIDO DE CARBONO (CO) CELDAS DE SECADO S2				
CON PROCEDIMIENTO				
N° CELDA	MEDICION INICIAL (CO) Ppm	FASE EN LA QUE SE ENCUENTRA LA CELDA	FECHA DE MUESTREO DD/MM/AA	MEDICION FINAL (CO) Ppm
3	38 ppm	3	23/10/2016	9
4	59 ppm	5	19/10/2016	6
5	3 ppm	0	19/10/2016	6
6	3 ppm	6	19/10/2016	5
7	13 ppm	5	19/10/2016	0
8	0 ppm	termino	14/10/2016	5
10	39 ppm	3	24/10/2016	9
11	4 ppm	termino	14/10/2016	0
12	11	5	24/10/2016	6
13	16	5	24/10/2016	0
14	10	4	24/10/2016	10
15	11	6	24/10/2016	2

Fuente. Elaboración propia.

Tendencia de los dos ensayos.

Figura 7 Tendencia de resultados ensayos



## Conclusiones

A continuación se exponen las conclusiones obtenidas a partir de los resultados obtenidos, en las mediciones realizadas en las celdas de secado de la planta Soacha 2 de Ladrillera Santa Fe.

- Las celdas evaluadas en la planta Soacha 2, no registraron niveles de explosividad lo que permite concluir que no hay presencia de metano en las celdas de secado de la planta Soacha 2, gas que no se incluyo para la investigación pero se tuvo en cuenta durante los monitoreos.
- En las celdas de secado 4,5,10 y 3 de las celdas de secado se registran concentraciones de monóxido de carbono que superan el valor límite permisible, revelando de esta manera que se presenta riesgo potencial alto por exposición al monóxido de carbono, la anterior condición se debe a que se esta presentando una combustión incompleta debido a que los productos que se queman, pueden no reaccionar con el mayor estado de oxidación, debido a que el comburente (elemento que produce la combustión: aire) y el combustible elemento (elemento que arde: gas natural) no están en la proporción adecuada, dando como resultado el monóxido de carbono.

## Recomendaciones

A continuación se da a conocer una serie de sugerencias, a Ladrillera Santa Fe que puede ser de utilidad para reducir la potencial exposición a monóxido de carbono en las celdas de secado planta Soacha 2.

### Controles de ingeniería

- Realizar estudio técnico para evaluación de filtros que sean de utilidad para minimizar el impacto directo al medio ambiente de partículas de monóxido de carbono.

### Controles técnicos

- Por el momento y por el resultado del estudio los controles que se sugieren apuntan al control en el medio, dejándolo sujeto al mejoramiento continuo aplicando el ciclo PHVA para la disminución del monóxido de carbono generado.
- Realizar mantenimiento correctivo y preventivo, periódicamente a los quemadores de cada una de las celdas de secado.
- La adquisición de una escalera de una altura aproximada de 3.80 metros para que se les facilite a los trabajadores llegar a la parte superior de la celda y no sufrir accidentes por caídas de alturas.
- Enviar a calibrar el multi detector de gases con el proveedor periódicamente.

### Controles administrativos



- Garantizar la implementación y realización de mantenimiento preventivo y correctivo.
- Se sugiere dar el manejo a las celdas de secado como espacio confinado, ya que se pueden encontrar atmosferas peligrosas con alto potencial de daño a la salud de los trabajadores.
- En cada una de las intervenciones donde tengan que ingresar los técnicos mecánicos y eléctricos en cualquiera de las fases de trabajo de las celdas seguir el procedimiento y dejar registros de la medición del monóxido de carbono.
- El procedimiento también puede ser aplicado durante el descargue de la celda de secado, cuando llega a término su tiempo de trabajo para garantizar que este riesgo no afecte la salud del operador del Trolley.
- Dar capacitación a las personas interesadas.
- Se deja un lugar ya definido previamente por las partes interesadas un planillero que debe contener, registro de intervención de celdas de secado con (medición inicial y final de las partes por millón), instructivo de manejo del detector de multi gases y permiso de trabajo.

#### Elementos de protección personal

- Los trabajadores deben ingresar a los mantenimientos al interior de las celdas de secado portando todos sus elementos de protección personal y darles a conocer la importancia del uso obligatorio de ellos allí, especialmente del respirador que funciona como barrera.

### Referencias bibliográficas

Niosh; (2015). Prevención de envenenamiento con monóxido de carbono producido por herramientas y equipos con motores pequeños de gasolina. Recuperado de [http://www.cdc.gov/spanish/niosh/docs/96-118\\_sp/](http://www.cdc.gov/spanish/niosh/docs/96-118_sp/)

Valencia; (2014). Calidad del aire manifestaciones ambientales de gran impacto. Recuperado de <https://dicalblog.wordpress.com/marco-teorico-3/>

OSHA ;(2016). Hoja de información sobre el monóxido de carbono (CO). Recuperado de <https://www.wcf.com/hoja-de-informaci%C3%B3n-sobre-el-mon%C3%B3xido-de-carbono-co>

Consejo de Bogotá;(2012). Por medio del cual se promueve la donación de bicicletas a personas en situación de vulnerabilidad. Recuperado de <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=48479>

Barcelo; (2010). Valores límites permisibles (TLV). Recuperado de <http://princesalilin.blogspot.com.co/2010/09/valores-limites-permisibles-tlv.html>

Téllez, & Fajardo, (2006). Contaminación por monóxido de carbono: un problema de salud ambiental. *Revista de salud pública*, 8(1), 108-117. Recuperado de <https://www.google.com.co/webhp?sourceid=chrome-instant&ion=1&espv=2&ie=UTF-8#q=T%C3%A9llez%2C+J.%2C+Rodr%C3%ADguez%2C+A.%2C+%26+Fajardo%2C+%C3%81.+%282006%29.+Contaminaci%C3%B3n+por+mon%C3%B3xido+de+carbono:+un+problema+de+salud+ambiental.%C2%A0Revista+de+salud+p%C3%BAblica%2C%C2%A08%281%29+108-117.>