

# Criterios de implementación ISO 14000:2015 Caso Estudio Sector Alfarero

Diplomado de profundización en Gerencia HSEQ. Por: Geovanny Camargo, Lizeth Manchego y Viviana Pesca.

FER MANCHEGO 20 DE NOVIEMBRE DE 2019 13:37

## Resumen Ejecutivo

FER MANCHEGO 17 DE DICIEMBRE DE 2019 16:32

EMALCO LTDA es una empresa especializada en la explotación y transformación de la arcilla para la producción de bloque industrial. Es consciente de la importancia de conciliar el desempeño de su actividad con la preservación del entorno ambiental y con una visualización de superación constante con el control de calidad.

La empresa EMALCO LTDA, busca reducir las emisiones atmosféricas ya que en su proceso de cocción o de quema trabajan con carbón como combustible partiendo de la energía que se libera en forma de calor, es normal que mediante la combustión de diferentes combustibles fósiles como el carbón. De esta manera, el calor se emplea por un ciclo termodinámico convencional para que se logre mover un alternador y así producir energía eléctrica para alimentar una turbina de gas.

Esta empresa alfarera busca incentivar el uso de energías alternativas al hacerlas más económicas con respecto a la competencia utilizando combustibles económicos y abundantes como el carbón, basado en peso o volumen, no habría incentivos para utilizar fuentes de energía más limpias como el gas natural sobre otras más económicas como el carbón. La empresa EMALCO LTDA cuenta con un permiso ambiental autorizado por Corpoboyacá (Corporación Autónoma Regional de Boyacá). En cuanto a la protección personal de los trabajadores la empresa cuenta con los requerimientos mínimos ya que los mismos trabajadores pueden verse afectados por las emisiones, pero en una cuestión mínima. Se deberá implementar un sistema de gestión de calidad donde se estará formalizando para mejora la calidad de la producción.

## Contexto General del sector productivo

FER MANCHEGO 18 DE DICIEMBRE DE 2019 14:25

El código CIU que corresponde a la actividad económica de la empresa es 0811, se refiere a la erradicación y acondicionamiento

de las arcillas que se utilizan principalmente para la fabricación de diferentes productos para construcción y edificación como tejas, ladrillos, tubos, entre otros. El proceso de fabricación del ladrillo y el bloque comienza con la extracción del material en el frente de explotación, aquí el material tiene un periodo de maduración de tres a seis meses, con su posterior transporte hasta la empresa donde dos de sus trabajadores con ayuda de palas disponen el material en la primera banda transportadora, la cual dirige la arcilla hasta la laminadora, el material cae sobre una segunda banda que lleva el material hasta la extrusora, donde le adicionan agua, arena y se mezcla, el material llega al cortador donde le dan las medidas necesarias; con la ayuda del zorro llevan los ladrillos a un lugar determinado donde ordenan y estos forman hileras para el correspondiente secado, este proceso tiene una duración de tres a cinco días.

Después del tiempo de secado, el ladrillo es transportado hasta el horno donde es distribuido, se procede a sellar las entradas del horno para impedir que el calor salga. Después viene el procedimiento para prender fuego en el horno, y se suministra carbón durante 72 horas que es el tiempo que se utiliza para la cocción de una hornada, con una temperatura de 800 a 900° C. Luego de la cocción viene un periodo de enfriamiento de 72 horas, en seguida se transporta el ladrillo desde el horno hasta un lugar de almacenamiento y finalmente viene la comercialización. Durante la cocción del material se producen humos, gases, material particulado que sale por una chimenea de 18 mts de altura. Respecto al material que sobra del cortador del ladrillo este es reutilizado para la producción y el producto que ha pasado por el proceso de cocción se daña; este es depositado en un lugar determinado sin darle ningún tratamiento, de la misma forma se hace con las cenizas que produce el horno. El agua utilizada por la empresa para el proceso es tomada de las aguas lluvias.

Para el proceso de extracción y elaboración de los diferentes productos y sus derivados se utiliza maquinaria como:

- **Retroexcavadora:** se usa para extraer el material de los frentes de explotación.
- **Volqueta:** Se utiliza para transportar el material desde el frente de explotación hasta un área de almacenamiento cerca del lugar de producción.
- **Laminador:** Se encarga de transformar el material y dejarlo en forma de láminas pequeñas.

- **Extrusora:** Mezcla el material con aproximadamente un 20% de agua y le da forma al bloque.
- **Bandas transportadoras:** Se utilizan dos bandas, su función principal es transportar el material desde el lugar de almacenamiento hasta el laminador y posteriormente hasta la extrusora.
- **Cortador:** Es utilizado para cortar el material que sale de la extrusora, tiene medidas exactas para cortar todos los bloques por igual.
- **Zorro:** Es una herramienta para el transporte del ladrillo desde la cortadora hasta un lugar determinado donde se deja secar el ladrillo por unos cuantos días, es usado manualmente.
- **Hornos colmena:** Se utilizan dos hornos colmena, los cuales cumplen con la importante función de cocinar la arcilla para su posterior comercialización como ladrillo y bloque. Su capacidad es de 19000 bloques N° 4 (3 Kg), ó 15000 bloques N°5 (5 Kg) y ladrillo 45000.
- **Chimenea:** Cumple la función de conducir los humos y el material particulado hacia la atmósfera.

La empresa alfarera EMALCO LTDA está comprometida a estar siempre disponible para efectuar los cambios necesarios y posibles e implementar cambios importantes de calidad. Al implementar un sistema integrado de calidad ellos pueden gestionar y satisfacer varias áreas de la organización proporcionando más seguridad y confianza a los trabajadores; de esta manera intensificar la producción. La finalidad de este estudio de caso es adaptar todo el sector a la legislación ambiental en su totalidad ofreciendo una mejor perspectiva ante la comunidad, la región y futuros inversionistas; de esta manera evitar problemas de orden jurídico ambiental, para contribuir con el principio de desarrollo sostenible, proporcionar al medio ambiente cuidados retributivos por las labores de lavado y selección de arenas para usos industriales.

Se realiza el balance de materia y energía para una hornada de 20000 bloques en un promedio de 7 días de producción.

Tabla de valores				
Materias primas	Unidades de medición	Número de unidades	Valor unitario	Valor total
Arcilla	Toneladas (ton)	96	8500	816,000
Carbón	Toneladas (ton)	18	115000	2,070000
Energía eléctrica	Kilovatio (kW)	343	401.15	137,594.45
Valor				3,023594.45

## Descripción de la problemática ambiental del sector

FER MANCHEGO 17 DE DICIEMBRE DE 2019 22:58

La empresa alfarera Emalco Ltda, ubicada en la vereda de Morcá en la Ciudad de Sogamoso, es una fuente de empleo de habitantes del sector. Esta actividad genera impacto ambiental afectando la salud humana y los recursos naturales. Fuera de esta empresa, se encuentran más en la zona alfarera. De acuerdo a las condiciones

geológicas y geomorfológicas que se encuentra en las montañas de morca hace que las personas se dediquen a la extracción y producción de ladrillo, bloque y teja usando la arcilla de esta zona.

Esta industria genera gran porcentaje de contaminación del valle de Sogamoso por su proceso de transformación de arcilla y sus derivados. Por ello, es importante que las empresas alfareras busquen una estrategia de mejorar el proceso de explotación y de producción mediante buenas prácticas, acciones que eliminen o mitiguen los impactos ambientales de esta práctica artesanal. Cabe resaltar que la ladrillera debe ejecutar acciones para proteger el medio ambiente sin afectar los recursos naturales.

La corporación ambiental en este caso CORPOBOYACA exige unos parámetros como el cierre definitivo de chircales ubicados en las zonas urbanas y a menos de 100 metros de distancia de áreas habitacionales rurales, uso de coque como combustible, control de emisiones en fuentes móviles, para poder hacer uso de estos recursos transformando la arcilla en unos productos y de no hacerlo, se puede emitir un juicio por no cumplir normatividad ambiental ISO 14001.

Los aspectos e impactos ambientales relevantes del proceso productivo de la empresa alfarera son; afectación del suelo, contaminación atmosférica, material particulado, deforestación, inadecuada disposición de residuos sólidos y líquidos, vertimientos en cuerpos de aguas. Así mismo, la apertura de nuevas vías, uso de maquinaria para excavaciones y construcción de obras cambian las características del suelo, alterando el entorno y generando contaminación paisajista. Posteriormente, una vez se explota el suelo, Debe ser recuperado ya sea con material estéril, para evitar que se convierta en zona inutilizable.

La empresa EMALCO LTDA cuenta con un permiso ambiental autorizado por Corpoboyacá (Corporación Autónoma Regional de Boyacá). Ahora bien, el uso del carbón como fuente de energía para los hornos desprende altas concentraciones de contaminantes a la atmósfera aumentando la temperatura de la tierra.

El principal causante de enfermedades son los charcos de agua que generan las aguas superficiales allí se encuentra la proliferación de vectores y a su vez contaminan los cuerpos de agua. El proceso de transformación de la arcilla en la etapa de cocción genera emisión de gases tales como: monóxido, dióxido de carbono, azufre, plomo y material particulado, producidos por la combustión de los hornos, la maquinaria y el movimiento de tierra. Todos estos factores causan smog, lluvia ácida, cambio en la climatología, e infecciones respiratorias y dermatológicas que pueden afectar a la comunidad, las especies animales y vegetales. El viento esparce en un radio amplio las partículas suspendidas y propaga el ruido según su dirección. El humo, la ceniza y el material particulado también son extendidos por la acción del viento en el perímetro de influencia, y pueden deteriorar la calidad del aire y consecuentemente afectar la salud pública.

En conclusión y debido a las situaciones inapropiadas de erradicación, intervención y producción. Evidentemente la contaminación atmosférica se presenta en todo el transcurso desde la explotación, la transformación y el acopio hasta la distribución, a partir de partículas suspendidas por transmisión de gases a causa de fuentes fijas y móviles, combustión de carbón, madera y cisco. El efecto ambiental además origina cambios en la dinámica de fuentes hídricas a las que cuales no se les respeta las zonas de retiro, se trasvasa en ellas residuos líquidos y sólidos, sumado al arrastre de partículas de arcilla y arenas. Para concluir, la pernicioso disposición de los residuos se aglomera sin ningún provecho, contamina el entorno, el aire y el suelo. Vale la pena indagar y examinar su aprovechamiento como materia prima, componente de relleno o como conglomerado.

Corpoboyacá como autoridad ambiental, otorga las licencias y permisos o autorización de concesión de aguas, de vertimientos, de emisiones atmosféricas y también de ocupación de cauces, playas y lechos, así como proyectos de estudio y de manejo ambiental.

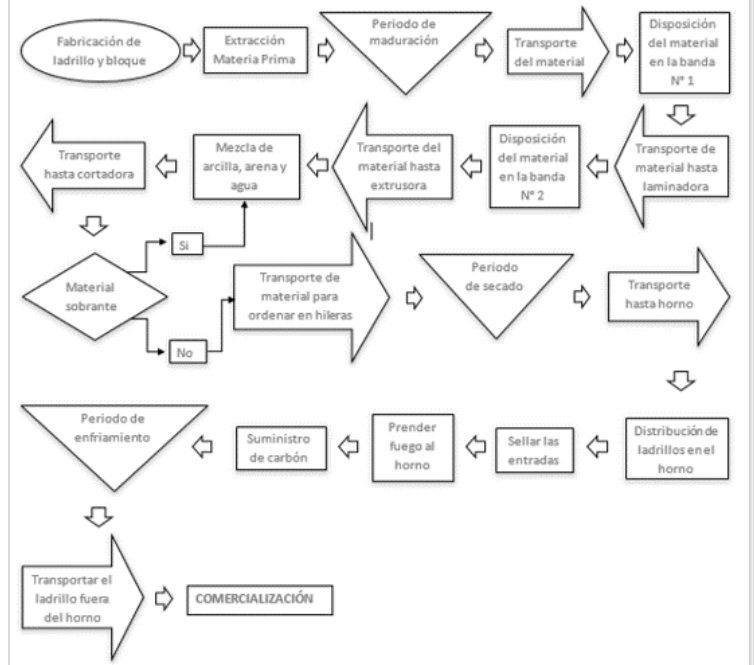
Imagen tomada por Geovanny Camargo, el 10 de Noviembre de 2019.



## Diagrama de flujo con las etapas del proceso

FER MANCHEGO 28 DE NOVIEMBRE DE 2019 15:18

Elaborado por Autores.



## Matriz de aspectos e impactos

FER MANCHEGO 28 DE NOVIEMBRE DE 2019 15:19

Matriz de aspectos e impactos elaborada en Excel 2016.

ITEM	ACTIVIDAD	AREA	ASPECTO AMBIENTAL	DESCRIPCION	IMPACTO AMBIENTAL	RECURSOS AFECTADOS
1	Extracción de materias primas	Extracción y Arranque	Uso de recursos naturales	Se extrae arcilla, arena de las minas que pertenecen a EMALCO, son materia prima para producción de bloque, ladrillo.	Agotamiento de los recursos naturales	Suelo
			Uso de energía	Uso de combustible para funcionamiento que se utiliza para la extracción	Contaminación Hidrocarburos	Suelo
2	Mezclado	Producción	Emissiones Atmosféricas	Combustibles generados por parte de la maquinaria, para su operación usa combustibles provenientes de los hidrocarburos	Contaminación Atmosférica	Aire
			Vertimientos	Uso de agua para el proceso moldeado (mezcla agua y arcilla), se genera vertimiento	Contaminación al Agua	Agua
3	Secado	Producción	Consumo de Energía	Uso de maquinaria para proceso de molienda y mezclado.	Contaminación Atmosférica	Aire
			Generación Material Particulado	se realiza trabajo de limpieza o pulido de imperfecciones en las piezas generando desprendimiento de partículas, se emiten al ambiente causando enfermedades en los trabajadores.	Contaminación Atmosférica	Aire
4	Cocción	Producción	Emissiones Atmosféricas	Uso de combustible fósil para hornos en el proceso de cocción de piezas, emite gases contaminantes de la chimenea.	Contaminación Atmosférica	Aire
			Uso de recursos naturales	La materia prima para el desarrollo de la actividad cocción es carbón, al ser un combustible fósil emite contaminantes de gran medida al ambiente. Generando afectación al medio y comunidad en general.	Agotamiento de los recursos naturales	Suelo
5	Transporte	Distribución	Uso de recursos naturales	Uso de combustible para funcionamiento de equipos, vehículos. Afectan los recursos no renovables	Agotamiento de los recursos naturales	Suelo
			Emissiones Atmosféricas	Uso de maquinaria (vehículos de carga) para distribución del producto, generan afectaciones por emisión de gas	Contaminación Atmosférica	Aire

## Alcance

FER MANCHEGO 28 DE NOVIEMBRE DE 2019 15:20

**EMALCO LTDA** tiene como enfoque ser una compañía responsable y comprometida ante la comunidad y su personal en la protección del medio ambiente, adquiriendo el compromiso en todos los cargos de la empresa en cuanto a la generación de conciencia ambiental e implementación de sistemas ambientales bajo los estándares y debido cumplimiento de legislación, así como la mejora continua en cada uno de los procesos y tecnologías en las actividades que intervengan aspectos ambientales, buscando por medio de estas, la prevención de posibles impactos ambientales asociados a las labores que se desarrollan por la empresa.

Se hará uso de las materias primas eficientemente, buscando preservarlas, como es el caso de la arcilla, agua y carbón, además se tendrá un manejo adecuado de los principales emisiones al

ambiente (vertimiento y emisiones atmosféricas).

Las buenas prácticas son medidas de aplicación que se realizan aquellos impactos negativos con el medio ambiente que son causados en los procesos de producción de una empresa; a continuación se proponen buenas prácticas en cada uno de sus procesos para la producción de ladrillo tipo bloque de la ladrillera EMALCO LTDA, con el fin de aumentar la optimización de sus procesos de producción y disminuir los impactos ambientales que sean generados y que se obtengan productos de mejor calidad.

Los objetivos de la empresa están enfocados hacia el uso racional de los recursos naturales en las actividades realizadas en su proceso productivo garantizando la sostenibilidad ecológica y por ende económica, de la región.

Fotografía tomada por Lizeth Manchego el 10 de Noviembre de 2019 durante proceso de producción.



## Legislación Ambiental aplicable y actual

FER MANCHEGO 28 DE NOVIEMBRE DE 2019 15:45

- **Aplicación de la Ley 26/2007 de 23 de octubre** – Responsabilidad Medio ambiental: la cual es aplicable a todo tipo de actividades comerciales pues esta norma implica que todos los operadores deben prevenir, evitar y reparar los daños medio ambientales ocasionados, con independencia de las sanciones administrativas o penales que también correspondan, de esta forma, cualquiera que cause, tanto si se produce directa o indirectamente un daño adverso y mensurable de un recurso natural o el perjuicio de un servicio de recursos naturales, incurre en una responsabilidad ilimitada: el operador responsable del daño tendrá que devolver los recursos naturales dañados a su estado original.
- **Ley de aguas:** Aprobada por el decreto legislativo 1 /2001, en el cual, conviene tener presente las autorizaciones administrativas sobre establecimiento, modificación o traslados de instalaciones o industrias que puedan originar vertientes, se otorgaran condicionadas a la obtención de la correspondiente autorización de vertidos.

- **Ley 37/2003, de 17 de Noviembre, del Ruido:** Establece sanciones de hasta \$300.000 millones para infracciones muy graves que impliquen la superación, por parte de los emisores acústicos, de los valores límite de contaminación acústica.
- **Ley 34/2007, del 15 de Noviembre, de calidad del aire y protección de la atmósfera:** Establece el catálogo de actividades potencialmente contaminadoras de la atmósfera, entendidas como aquellas que por su propia naturaleza, ubicación o por los procesos tecnológicos utilizados constituyan una fuente de contaminación cuyas características pueden requerir que sean sometidas a un régimen de control y seguimiento más estricto.

Fotografía tomada por Geovanny Camargo el 10 de Noviembre de 2019 de área de almacenamiento.



## Ciclo PHVA

FER MANCHEGO 28 DE NOVIEMBRE DE 2019 15:24

Se conoce de un plan de gestión de Calidad PHVA, en la empresa EMALCO L.T.D.A, en donde se puede observar que, dentro de un Sistema De Salud Ocupacional, el PVHA es un ciclo dinámico, mediante el cual se puede desarrollar en los procesos de una organización o en la parte de procesos como un todo, esta netamente asociado con la planificación, control, implementación y mejora continua de la empresa.

El diseño, la implementación, la mejora continua y el desarrollo de los sistemas de gestión de salud ocupacional, se puede lograr, poniendo en práctica el concepto de PHVA; en los procesos de la empresa EMALCO L.T.D.A, esto es por igual para todos los procesos estratégicos de alto nivel es decir, procesos como Planificación de los Sistemas de Gestión de S.O, o la revisión por la dirección, las actividades de operaciones simples que se llevan a cabo como simples partes de los procesos de Salud Ocupacional.

**P:** Planear, identificar de manera cuantitativa o cualitativa tanto los riesgos tales como enfermedades laborales que se puedan presentar bien sean a corto mediano o largo plazo, en donde se podrán identificar con técnicas de análisis, mediciones y acciones mediante las cuales se puedan mejorar continuamente los procesos realizados por EMALCO LTDA en la obtención de Tejas, bloque y ladrillo, y así mismo se tendrá en cuenta las opiniones, inquietudes y buenas prácticas de manejo, tanto del personal como de la parte

administrativa de la empresa, pues es importante la integridad y seguridad del personal para que de esta forma se pueda brindar un producto de excelente calidad, con utilidades y viabilidad para que la empresa siga en el mercado y los trabajadores tengan un ambiente adecuado para desempeñar de buena forma sus actividades.

**H:** En esta fase se realizará el procedimiento de las actividades, proyectos y mejoras planteadas, para de esta manera tener listos los resultados de las técnicas de análisis y según la metodología que se emplee, será más sencillo conocer en qué áreas de producción de la empresa EMALCO LTDA, existen más falencias o no se realizan buenas prácticas al momento de realizar los procesos y se mitigaran las acciones que pongan en peligro la integridad de los trabajadores y de esta forma se mejorara los procesos y se tendrán mejores resultados en la producción y en el crecimiento económico de la empresa.

**V:** luego de observar los resultados en el plan PHVA, se conocen y se analizan los resultados arrojados por la técnica de análisis, se observa que lo planteado es real con lo que se puede ejecutar en EMALCO LTDA, se observa que los controles de la ejecución que se realizan son los adecuados para la empresa, se observa que se tiene gran compromiso frente a el cuidado del medio ambiente y están comprometidos con la salud, la seguridad y la integridad de las personas que en ella laboran, en sus procesos productivos tienen la implementación de un horno el cual es estilo colmena y ayuda a que se economice el recurso hídrico, de igual manera no se trabaja con carbón es decir casi no se generan emisiones altas al medio ambiente, las políticas de seguridad se cumplen a cabalidad y están siendo constantemente actualizadas.

**A:** En este proceso lo que debe primar es la mejora continua de la empresa EMALCO LTDA, se debe tener un estricto orden, un adecuado seguimiento y una excelente continuidad en el plan propuesto, pues de esta manera el proceso será exitoso y la implementación del plan será satisfactoria, puesto que, si en este proceso no se sigue el adecuado control, se puede llegar a pensar que el plan implementado genere pérdidas, pues al momento de implementar un plan de gestión es muy importante tener un adecuado enfoque, una gran responsabilidad y un estricto cumplimiento del mismo para que los procesos de la empresa sean satisfactorios y la empresa continúe siendo factible económica y ambientalmente.

*Fotografía de horno tradicional tomada por Viviana Gómez el 10 de Noviembre de 2019.*



## Conclusiones

FER MANCHEGO 20 DE NOVIEMBRE DE 2019 15:56

- Observando y conociendo los impactos ambientales y los riesgos laborales que existen en la empresa Alfarera EMALCO LTDA, se logra identificar la gran responsabilidad social que esta empresa tiene con el medio ambiente y con sus trabajadores, haciendo de esta una empresa amigable con el medio ambiente.
- La empresa alfarera EMALCO, tiene políticas ambientales definidas en sus procesos, sin embargo, aún hace uso de un combustible fósil como el carbón, el cual a pesar de todos los sistemas de depuración en las chimeneas se generan contaminantes, pero en menor cantidad a diferencia de otros combustibles convencionales.
- La empresa es semi industrial, dado que a pesar de contar con maquinaria requiere de acompañamiento manual, como ocurre en la etapa mezclado, las cantidades de agua que se adicionan se hacen al tanteo, verificando que el material arcilloso quede en las mejores condiciones para poder moderarla y generar un producto de calidad.
- A través del análisis de ciclo de vida de la ladrillera se visualizan los principales impactos al medio ambiente, como son vertimientos en cada una de las etapas y el impacto más severo que genera esta actividad, que es la contaminación atmosférica debido a que no se hace frecuentemente control de emisiones.
- En este momento las empresas alfareras reciben por parte de clientes e inversionistas cada vez más exigencias de productos y servicios amistosos con el medio ambiente. De tal modo, resulta prácticamente imprescindible para alcanzar el éxito en el ámbito empresarial adoptar e implementar un adecuado sistema de Gestión Ambiental.

## Recomendaciones

FER MANCHEGO 20 DE NOVIEMBRE DE 2019 17:40

- La empresa alfarera Emalco Ltda, podría elaborar algunas fichas o guías en donde se pueda llevar el registro de las

actividades que generan gases de efecto invernadero, identificando el consumo en sus fuentes principales y de esta manera sería más fácil calcular la huella de carbono anual, además también es de gran utilidad para realizar una comparación año tras año y así saber si la huella aumento, bajó o se mantiene igual.

- Se aconseja que la ladrillera cuente con documentación sobre los mantenimientos que se realizan a las máquinas y también el estudio isocinético que hagan ya que esto hace parte de las reducciones en huella de carbono.
- Hacer compensación ambiental con la siembra de diferentes plantas que sean endémicas como por ejemplo las acacias o aliso, ya que estas son retenedoras de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) a través de sus procesos de fotosíntesis.
- Se debe socializar con todo el personal de cada empresa un programa sobre las medidas de mitigación ya que ellos son partícipes en la generación de dióxido de carbono.
- Realizar un programa que potencialice el uso de la materia resultante como escombros, ya que estos también tienen un manejo especial, y en la ladrillera están causando dispersión de material particulado lo que afecta no solo a la comunidad aledaña, si no al medio ambiente principalmente.

## Formulación de dos preguntas basadas en el caso aplicado y en la norma aplicable

---

FER MANCHEGO 20 DE NOVIEMBRE DE 2019 14:24

Emalco, es una empresa líder en emprendimiento y compromiso con el medio ambiente,

1. ¿La Empresa EMALCO LTDA cumple los requisitos estipulados en la Norma ISO 14001: 2015?

2. ¿El plan PHVA está correctamente adecuado en EMALCO LTDA?

## Referencias APA

---

FER MANCHEGO 18 DE DICIEMBRE DE 2019 15:02

Ramos, J, Rodríguez, M. Universidad de los Andes. Facultad de Ingeniería. Centro de investigaciones e Ingeniería Ambiental. Recuperado de <https://ingenieria.uniandes.edu.co/grupos/ciia/index.php/areas-de-investigacion/caracterizacion-modelacion-analisis-y-control-de-la-contaminacion-atmosferica>.

Minería, A. N. (2001). LEY 685 DE 2001. Recuperado el 21 de noviembre de 2018, de <http://static.iris.net.co/sostenibilidad/upload/documents/ColombiaLey658.PDF>

Instituto Nacional de Tecnologías educativas y de formación del profesorado. Contaminación ambiental. Recuperado de [http://www.uv.es/gidprl/contaminacion\\_ambiental/index.html](http://www.uv.es/gidprl/contaminacion_ambiental/index.html). EELA. (s.f.). estudio de ciclo de vida de ladrillo y bloques de concreto san Jeronimo-Cusco. Cusco, Perú.

EELA. (s.f.). Estudio de ciclo de vida de ladrillo y bloques de concreto San Jeronimo-Cusco. Cusco, Perú. Recuperado de [http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08\\_2549\\_C.pdf](http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_2549_C.pdf)

EMALCO, L. (2014). Ladrillera Emalco. Recuperado de <http://ladrilleraemalco.com.co/>

Ambiente, M. M. (1993). Ley ambiental de Colombia. LEY 99 DE 1993. Recuperado el 21 de noviembre de 2018, de [https://www.oas.org/dsd/da/laws/legislation/colombia/colombia\\_99-93.pdf](https://www.oas.org/dsd/da/laws/legislation/colombia/colombia_99-93.pdf)

HERRERA, A, A. (2014). Estudio ambiental y social del ciclo de vida de la fabricación de ladrillos artesanales. Recuperado de [https://bdigital.uncu.edu.ar/objetos\\_digitales/6110/herrera-analia-tesinairnr.pdf](https://bdigital.uncu.edu.ar/objetos_digitales/6110/herrera-analia-tesinairnr.pdf)

ZEA OSORIO, N. (2005). Caracterización de las arcillas para la fabricación de ladrillos . Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala.

\*\*\*\*\*