

PERFIL TÉCNICO AMBIENTAL PARA LADRILLOS DE CERÁMICA EN EL  
MARCO DE LAS COMPRAS SOSTENIBLES

CAMILA JIMÉNEZ CORREA

UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA  
SISTEMA DE FORMACIÓN AVANZADA  
ESCUELA DE INGENIERÍA  
ESPECIALIZACIÓN EN GESTIÓN AMBIENTAL  
MEDELLÍN - COLOMBIA  
2017

PERFIL TÉCNICO AMBIENTAL PARA LADRILLOS DE CERÁMICA EN EL  
MARCO DE LAS COMPRAS SOSTENIBLES

CAMILA JIMÉNEZ CORREA

Trabajo de grado para optar al título de Especialista en Gestión Ambiental

Asesoras

MARCELA PÉREZ / ADRIANA ALZATE

Licenciada en Medio Ambiente, Especialista en Gestión Ambiental/ Ingeniera Química,  
Master en ingeniería y tecnología ambiental.

UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA  
SISTEMA DE FORMACIÓN AVANZADA  
ESCUELA DE INGENIERÍA  
ESPECIALIZACIÓN EN GESTIÓN AMBIENTAL  
MEDELLÍN - COLOMBIA

2017

Medellín, 31 de agosto de 2017

Camila Jiménez Correa

“Declaro que este trabajo de grado no ha sido presentado para optar por un título, ya sea en igual forma o con variaciones, en esta o cualquier otra universidad” Art 82 Régimen Discente de Formación Avanzada.

Firma:

Camila Jimenez C.

---

## TABLA DE CONTENIDO

1. OBJETIVOS .....	1
1.1 OBJETIVO GENERAL.....	1
1.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS .....	2
2. JUSTIFICACIÓN .....	3
3. ALCANCE.....	6
4. DEFINICIONES .....	7
5. METODOLOGÍA .....	10
6. PERFIL TÉCNICO AMBIENTAL DEL PRODUCTO SELECCIONADO .....	12
6.1 DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA .....	12
6.2 INFORMACIÓN GENERAL DE LOS LADRILLOS Y SU MERCADO.....	13
6.2.1 Importaciones .....	13
6.2.2 Exportaciones .....	15
6.2.3 Generalidades del sector productivo .....	17
6.3 CARACTERÍSTICA DE LA INDUSTRIA LADRILLERA .....	19
6.4 EL LADRILLO EN COLOMBIA.....	20
6.5 PRODUCCIÓN DE LADRILLOS .....	23
6.6 CICLO PRODUCTIVO .....	25
6.7 TIPOS DE HORNOS .....	25
6.8 ASPECTOS AMBIENTALES DE LOS LADRILLOS CON ENFOQUE EN EL CICLO DE VIDA.....	31
6.9 CONTAMINANTES QUE GENERA EL PROCESO PRODUCTIVO .....	32
6.9.1 Emisiones contaminantes de la industria ladrillera .....	33
6.10 IDENTIFICACIÓN DE ASPECTOS E IMPACTOS AMBIENTALES EN EL CICLO DE VIDA DE LOS LADRILLOS .....	34
6.11 DEFINICIÓN DE LOS CRITERIOS AMBIENTALES .....	36
6.11.1 Criterios ambientales en los ladrillos .....	38
6.12 NORMATIVIDAD AMBIENTAL .....	41
6.12.1 Políticas ambientales .....	44
6.12.2 Retos para el sector .....	45
6.13 ECOETIQUETAS RELACIONADAS .....	46
6.13.1 Sello Ambiental Colombiano .....	47
6.13.2 NCT 6033.....	48
6.13.3 Otras ecoetiquetas a nivel internacional .....	50
7. CONCLUSIONES .....	51
8. RECOMENDACIONES.....	53

9. BIBLIOGRAFÍA.....	55
----------------------	----

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Empleo en el sector de la construcción .....	4
Figura 2. Ubicación de la empresa Vector Arquitectura .....	13
Figura 3. Importaciones mundiales .....	14
Figura 4. Principales países importadores .....	14
Figura 5. Mapa de principales países importadores .....	15
Figura 6. Exportaciones mundiales .....	16
Figura 7. Principales países exportadores .....	16
Figura 8. Mapa de principales países exportadores.....	17
Figura 9. Producción anual de ladrillos.....	18
Figura 10. Combustibles utilizados en la producción de ladrillos.....	19
Figura 11. Producción de ladrillos en Colombia.....	21
Figura 12. Unidades productivas de ladrillos en Colombia .....	22
Figura 13. Empleos generados por el sector ladrillero en Colombia .....	22
Figura 14. Ciclo productivo de los ladrillos .....	25
Figura 15. Tipos de hornos.....	29
Figura 16. Tipos de ecoetiquetas .....	47
Figura 17. Sello Ambiental Colombiano.....	48

## LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Contaminantes que se generan en el ciclo productivo .....	33
Tabla 2. Aspectos e impactos ambientales .....	34
Tabla 3. Rangos de plazos para la implementación de criterios.....	37
Tabla 4. Criterios ambientales de los ladrillos .....	38
Tabla 5. Normatividad ambiental.....	41
Tabla 6. Otras ecoetiquetas a nivel internacional.....	50

## INTRODUCCIÓN

Uno de los insumos más importantes a nivel mundial en el sector de la construcción son los ladrillos, en donde, a nivel mundial en el año 2016 representaron en importaciones un total de 118.366 mil dólares y en exportaciones un total de 130.358 mil dólares. Además de lo anterior, la actividad ladrillera es considerada de gran impacto ambiental, desde la extracción de materias primas por la gran demanda de recursos naturales como su proceso productivo, dado que, consume gran cantidad de combustibles y emite diferentes gases y material particulado, como lo es el carbono negro (compuesto que se produce por la combustión incompleta de combustibles fósiles, biocombustibles y biomasa), principalmente por el uso de calderas pequeñas, hornos de cal y de ladrillo, representando aproximadamente el 9% de las emisiones globales.

Cada vez, el cambio climático ha tomado más fuerza a nivel mundial y sus efectos han sido tan evidentes que se han comenzado a tomar decisiones desde todas las instancias, quizás el primer paso más significativo fue la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, creada en Río de Janeiro en 1992, de aquí en adelante se le ha dado gran importancia al establecimiento de acuerdos internacionales y políticas nacionales que ayuden a disminuir los gases efecto invernadero y a realizar independiente del sector, producciones más limpias promoviendo el consumo sostenible.

A raíz de todos los acuerdos y políticas nacionales e internacionales, el sector empresarial, consciente del impacto ambiental que generan a nivel mundial, se esfuerza en la incorporación de aspectos de economía ambiental y bienestar social, por medio de un modelo

de gestión de Responsabilidad Social Empresarial, cuya principal herramienta son las compras sostenibles, las cuales, favorecen la adquisición de productos y la contratación de servicios respetuosos con el medio ambiente y fabricados en condiciones socialmente justas .

Este documento tiene como propósito establecer el Perfil Técnico Ambiental (PTA) de los ladrillos, en donde se busca analizar el ciclo de vida productivo, sus impactos y aspectos ambientales generados, además de proponer sugerencias para reducir los mismos y lograr ser una fuente de información válida tanto para los productores como para los compradores que busquen criterios de sostenibilidad en su proceso productivo. En los criterios de sostenibilidad y en los diferentes métodos de verificación contenidos en el presente trabajo, se pueden encontrar alternativas de implementación sencillas y de bajo costo que pueden ser implementadas a corto plazo dentro del ciclo de vida productivo de una empresa ladrillera, mientras que hay otros criterios que requieren de mayor estudio e inversión económica y, por ende, un mayor tiempo de implementación.

## **1. OBJETIVOS**

### **1.1. OBJETIVO GENERAL**

Definir el Perfil Técnico Ambiental (PTA) que permita establecer los criterios ambientales y sociales para los ladrillos.

## 1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Definir los aspectos e impactos ambientales en el ciclo de vida del ladrillo de cerámica.
- Definir los criterios ambientales a tener en cuenta en la adquisición de ladrillos.
- Identificar las ecoetiquetas existentes asociadas los ladrillos en el mercado nacional e internacional.

## 2. JUSTIFICACIÓN

El sector de la construcción representa una de las principales actividades de importancia económica en el país. Contribuye con el desarrollo de las sociedades puesto que, es el responsable de la creación de viviendas para la población que cada día aumenta considerablemente (la necesidad de vivienda para el año 2017 es de 26.500 unidades para el Departamento de Antioquia, según el Diario La República en marzo de 2017), avanzando de forma paralela con los tres procesos de la dinámica poblacional, el incremento de la población de las áreas urbanas, el incremento de la densidad y la aglomeración de la población en los principales centros urbanos del país (UNFPA – U. Externado, 2007. Distribución poblacional en el territorio y relaciones urbano – regionales). El sector de la construcción, en los últimos años, ha sido una de las actividades productivas más dinámicas al registrar un crecimiento promedio de 7.9%, entre el 2000-2015, frente a 4.3% del PIB total.

Para el año 2016, el sector de la construcción mantiene un desempeño similar al del año anterior con una tasa de 4% al total de la economía. La buena dinámica del sector se explica por la actividad de edificaciones que muestra una notable reactivación al pasar de una tasa de 0.5% en 2015 a 8.1% en 2016, convirtiéndose en el cuarto sector con mayor crecimiento (ANDI, 2016. Colombia, Balance 2016 y perspectivas 2017).

En cuanto al tema de empleo, en el trimestre móvil febrero – abril 2017, 1,296 millones de personas estaban ocupadas en la rama de la construcción; de estos el 89,2% estaban ubicados en las cabeceras (1,157 millones de personas) y el 10,8% (0,139 millones de personas) en centros

poblados y rural disperso. (Departamento administrativo nacional de estadística DANE, junio 30 de 2017. Indicadores económicos alrededor de la construcción).

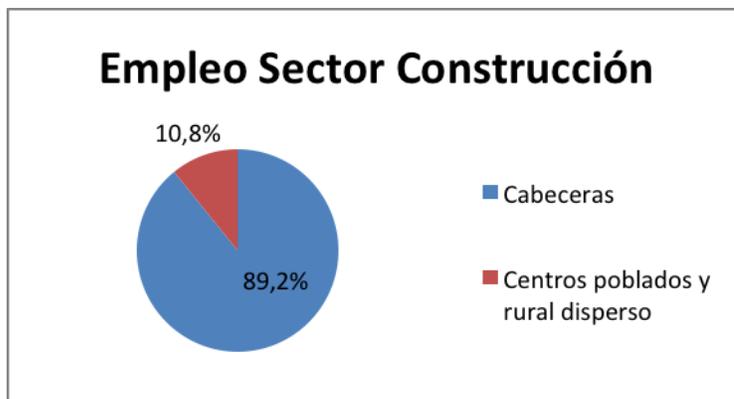


Figura 1. Empleo en el sector de la construcción. Fuente: Autoría propia

Así como el sector de la construcción aporta al desarrollo y a la economía del país (dada su alta generación de empleo directo e indirecto y su evidente relación con los demás sectores productivos de la economía), también es considerado como uno de los principales generadores de residuos en la actualidad y uno de los principales consumidores de materias primas. Durante los procesos mismos de su operación, genera un alto impacto en el medio ambiente, teniendo en cuenta las conclusiones del *Worldwatch Institute de Washington*, prácticamente la mitad de las emisiones de dióxido de carbono que hay en la atmósfera son producidas directamente por la construcción y utilización de los edificios.

En este sentido, se estima que cada metro cuadrado de vivienda es responsable de una media de emisión de 1,9 toneladas de dióxido de carbono durante su vida útil.” Este informe también menciona que “la construcción actual consume una cantidad importante de recursos naturales. Los edificios utilizan alrededor del 60% de los materiales que se extraen del planeta.

Además, muchos de los materiales de construcción que se utilizan requieren para su transformación altos consumos de energía y recursos naturales: cerámica cocida, acero, aluminio, etc.” (Ministerio de ambiente y desarrollo sostenible, 2012. Criterios ambientales para el diseño y construcción de vivienda urbana)

Por lo anterior, las diferentes empresas que conforman el sector deben conocer los impactos que generan las compras de estos insumos sobre los recursos naturales, implementar diferentes procesos de gestión responsables basadas en estrategias respetuosas con el medio ambiente y adquirir productos y contratación de servicios fabricados o generados en condiciones socialmente justas.

Dado lo anterior, se busca con la elaboración de este perfil técnico ambiental identificar los aspectos e impactos prioritarios a lo largo del ciclo de vida del ladrillo, con el fin de obtener información clave para la adquisición de dicho bien.

### **3. ALCANCE**

El Perfil Técnico Ambiental (PTA) para los ladrillos, abarca la identificación de aspectos e impactos ambientales en las etapas de ciclo de vida, asociadas a la extracción de las materias primas, producción, distribución, uso y disposición final, la definición de los criterios ambientales y sus respectivos medios de verificación asociados.

#### 4. DEFINICIONES

**Perfil Técnico Ambiental (PTA):** Un Perfil Técnico Ambiental –PTA– puede definirse como el proceso de identificación, valoración y priorización de los aspectos e impactos ambientales que caracterizan el ciclo de vida de un bien y/o servicio, a partir de los cuales se establecen criterios ambientales y medios de verificación que ayudarán a mejorar el desempeño ambiental del producto analizado y en la prevención de la contaminación de agua, aire o suelo donde el bien y/o servicio tiene influencia por su fabricación, operación o mantenimiento. Además, los criterios ambientales establecidos con el PTA pueden ser utilizados como mecanismo de toma de decisiones en el marco de las compras sostenibles, tanto en el sector público como privado. Para la realización del PTA de un bien o servicio en Colombia, la metodología que recomienda el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, se encuentra descrita en la Guía Conceptual y Metodológica de Compras Públicas Sostenibles, la cual fue desarrollada por el Centro Nacional de Producción más Limpia –CNPML– para el mencionado Ministerio. (Arias Almeida, 2016. Perfil técnico ambiental para el sistema de aire acondicionado en ingeniería especializada S.A)

**Aspecto ambiental:** Elemento de las actividades, productos o servicios de una organización que puede interactuar con el medio ambiente (SGS Academy S.A, 2012. Aspectos e impactos ambientales).

**Impacto ambiental:** Cualquier cambio en el medio ambiente, ya sea adverso o beneficioso, como resultado total o parcial de los aspectos ambientales de una organización (SGS Academy S.A, 2012. Aspectos e impactos ambientales).

**Ciclo de vida:** permite evaluar las cargas ambientales asociadas a un producto, proceso o actividad, identificando y cuantificando tanto el uso de materia y energía como las emisiones al entorno, para determinar el impacto de ese uso de recursos y esas emisiones y para evaluar y llevar a la práctica estrategias de mejora ambiental. incluye el ciclo completo del producto, proceso o actividad, teniendo en cuenta las etapas de extracción y procesamiento de materias primas, producción, transporte y distribución, uso, reutilización y mantenimiento, reciclado y disposición final (Instituto superior del medio ambiente, 2017. Análisis del ciclo de vida: conceptos y metodología).

**Criterio de sostenibilidad:** uso de servicios y productos, que responden a las necesidades básicas, mejoran la calidad de vida, y a la vez, minimizan el uso de recursos naturales y materiales tóxicos, así como las emisiones de desechos y contaminantes durante el ciclo de vida del servicio o producto, sin poner en riesgo las necesidades de las generaciones futuras (Secretaría de medio ambiente y recursos naturales, Criterios de sostenibilidad).

**Proceso productivo:** conjunto de operaciones y fases realizadas sucesivamente y de manera planificada que son necesarias para la obtención de un bien o servicio. (Definición de proceso productivo).

**Emisiones contaminantes:** descarga proveniente de una fuente fija natural o artificial de contaminación del aire, a través de un ducto o chimenea, o en forma dispersa (En Colombia,

Título I de la Ley 09 de 1979 y el Decreto Ley 2811 de 1974, en cuanto a emisiones atmosféricas – Decreto 0002 82).

**Ecoetiquetas:** Las etiquetas ecológicas (o eco etiquetas) son símbolos que se otorgan a aquellos productos que tienen un menor impacto sobre el ambiente debido a que cumplen una serie de criterios ecológicos (algunas considerando el análisis de su ciclo de vida y otras basadas en características más puntuales). Su principal característica es la impresión de un sello sobre el producto, que permite al consumidor diferenciarlo de otros similares en el mercado (Ministerio de relaciones exteriores, Reino de los países bajos).

## 5. METODOLOGÍA

Para seleccionar los ladrillos como insumo para trabajar en el presente perfil técnico ambiental, se tuvo en cuenta el volumen de compra de insumos y materiales de la empresa Vector Arquitectura (según las necesidades de sus actividades y contratos), dentro de los cuales se encontraron con gran importancia económica insumos como el acero, los ladrillos (en diferentes tamaños y presentaciones), la mampostería, el concreto, las cerámicas, entre otros.

Para la empresa, los ladrillos ocupan el segundo puesto más importante en inversión y cantidad, después del acero, teniéndose en cuenta además de lo anterior la importancia del insumo en la producción de materiales de construcción en el país y sus impactos ambientales; encontrándose que, actualmente en Colombia, las empresas ladrilleras en muchos casos no cumplen con la normatividad establecida, la producción se hace con hornos y maquinaria muy antigua, y además, se requiere de altos volúmenes de extracción de materiales de cantera, por ende, generan gran cantidad de impactos ambientales, principalmente en el suelo y en aire.

El presente Perfil Técnico Ambiental estará basado en la Norma Técnica Colombiana NTC 6033 “Etiquetas ambientales Tipo I. Sello Ambiental Colombiano (SAC). Criterios ambientales para ladrillos y bloques de arcilla”, cuyo objetivo principal es promover la oferta y demanda del producto que cause menor impacto en el ambiente.

Para desarrollar el perfil técnico ambiental de los ladrillos, se tomó como referencia la metodología desarrollada por el Ministerio del Ambiente y Desarrollo Sostenible en la “Guía

conceptual y metodológica de compras públicas sostenibles”. En dicha guía, se presenta de una manera completa los lineamientos para elaborar el Perfil Técnico Ambiental (PTA) de un producto, basados en el ciclo: Planear, hacer, verificar y actuar. La metodología de este trabajo se centra en la Fase de planeación, concretamente en: elaboración de la ficha de Perfil Técnico Ambiental del producto elegido previamente.

## 6. PERFIL TÉCNICO AMBIENTAL DEL PRODUCTO SELECCIONADO

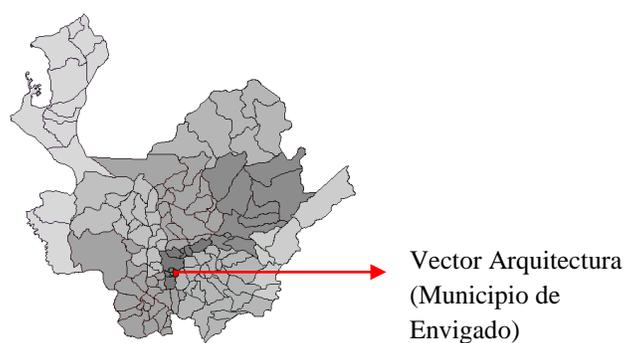
### 6.1 Descripción de la empresa “Vector Arquitectura”

Vector Arquitectura es una empresa de construcción que opera desde el año 2012, conformado por un equipo profesional interdisciplinario que se encargan de hacer cumplir las funciones de diseño, gerencia, construcción, gestión ambiental y gestión de residuos en obras y urbanizaciones.

Se encuentra ubicada en el municipio de Envigado (Figura 2), cerca de la estación Ayurá.

Dentro de los proyectos realizados se encuentran:

- Diseño urbanístico de 117 viviendas en el municipio de Caucasia.
- Remodelación de viviendas en el municipio de Jericó.
- Cibeles y visualización arquitectónica.
- Parque Putumayo.
- Desarrollo BIM – MEP: Ebingel S.A.S.
- Edificio Venecia (Apartamentos).
- Edificio Venecia (zona comercial).
- Modelado de fachada Danpalandina.
- Edificio tecnológico de madera.
- Entre otros.



*Figura 2. Ubicación de la empresa Vector Arquitectura.*

Según la información suministrada por la empresa, uno de los principales productos que compran para la ejecución de sus actividades y contratos es el ladrillo en diferentes tamaños y presentaciones, con un total de 108.731,51 unidades, por un valor total de \$ 116.638.912,28 anual.

## **6.2 Información general de los ladrillos y su mercado**

### **6.2.1 Importaciones**

En la producción de ladrillos, a nivel mundial se registra un total 346.204 toneladas importadas durante el año 2016 (Figuras 3, 4 y 5) es decir, un valor total de 118.366 mil dólares, donde Inglaterra es el principal importador con un total de 81.966 toneladas (22.726 mil dólares) representando el 19,2% de las importaciones, el Segundo país importador es Japón con un total de 15.277 toneladas (6.556 mil dólares), es decir que representa el 5,5% y el tercer país es China con un total de 8.716 toneladas (5.893 mil dólares), con un porcentaje del 5%. Por su parte, Colombia ocupa el puesto 35 con un total de 830 toneladas (812 mil dólares), representando el 0,7% de las importaciones a nivel mundial (Trade map, 2016).

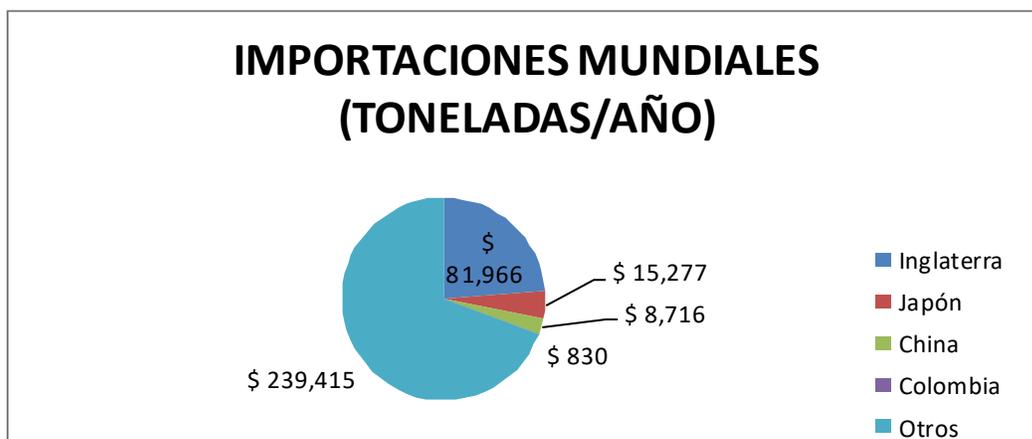


Figura 3. Importaciones mundiales. Fuente: Autoría propia

Lista de los países importadores para el producto seleccionado en 2016  
 Producto : 6901 Ladrillos, placas, baldosas y demás piezas cerámicas de harinas silíceas fósiles, p.ej. "Kieselguhr", tripolita o diatomita, o de tierras silíceas simil.

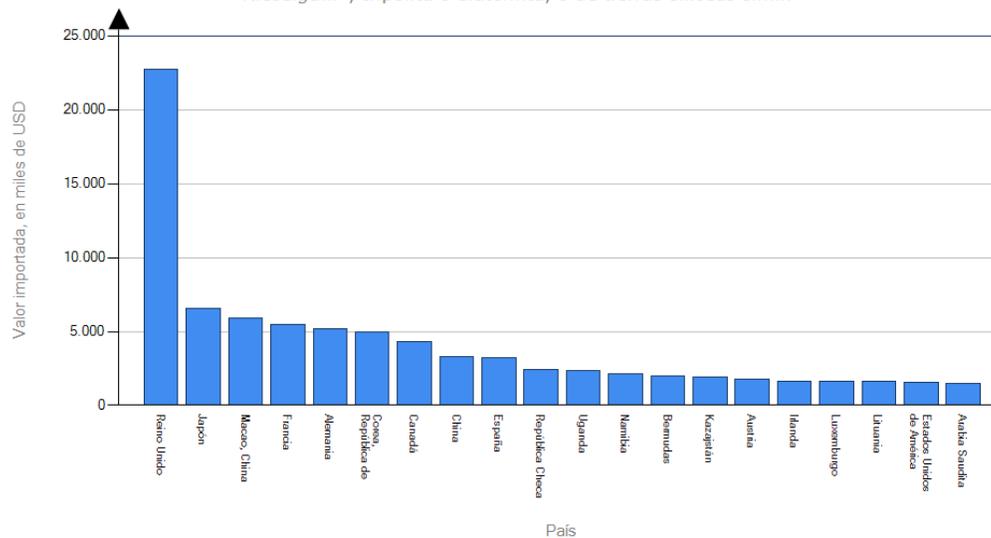
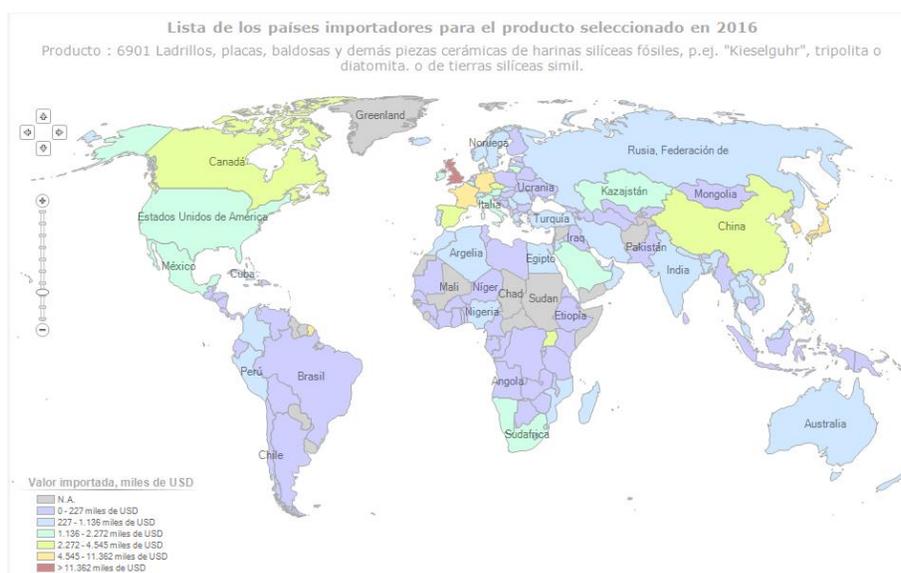


Figura 4. Principales países importadores (Trademap, 2016)



*Figura 5. Mapa de principales países importadores (Trademap, 2016)*

## 6.2.2 Exportaciones

En cuanto a exportaciones, en el año 2016 se exportó un total de 225.690 toneladas con un valor de 130.358 mil dólares (Figuras 6, 7 y 8). El principal exportador fue China con 70.200 toneladas (42.545 mil dólares), representando el 32,6% de las exportaciones mundiales, el Segundo país fue España, con un total de 33.310 toneladas (16.281 mil dólares), representando el 12,5% y el tercer país fue la India, con un total de 11.729 toneladas (12.264 mil dólares), representando el 9,4%. En cuanto a Colombia, ocupa el puesto 60, con 78 toneladas (15 mil dólares), principalmente a Estados Unidos y Panamá.



Figura 6. Exportaciones mundiales. Fuente: Autoría propia

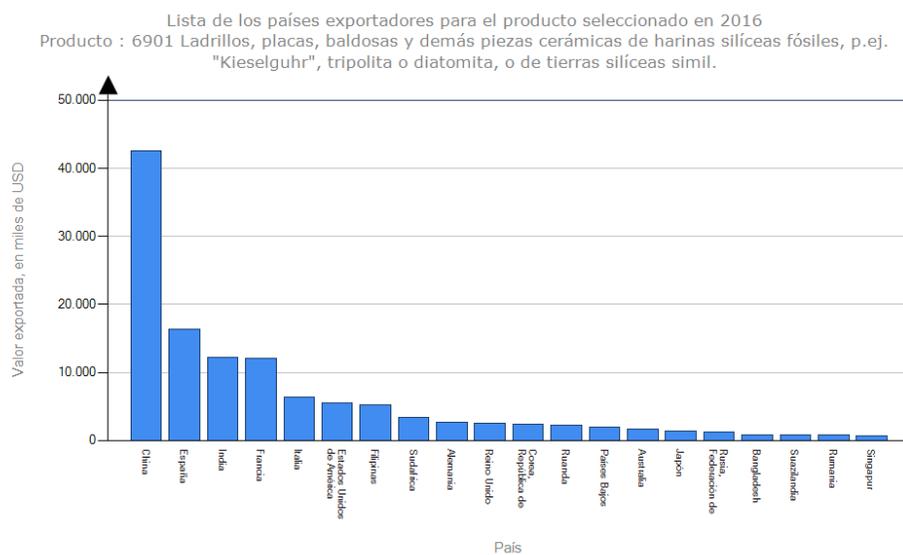


Figura 7. Principales países exportadores. (Trademap, 2016)

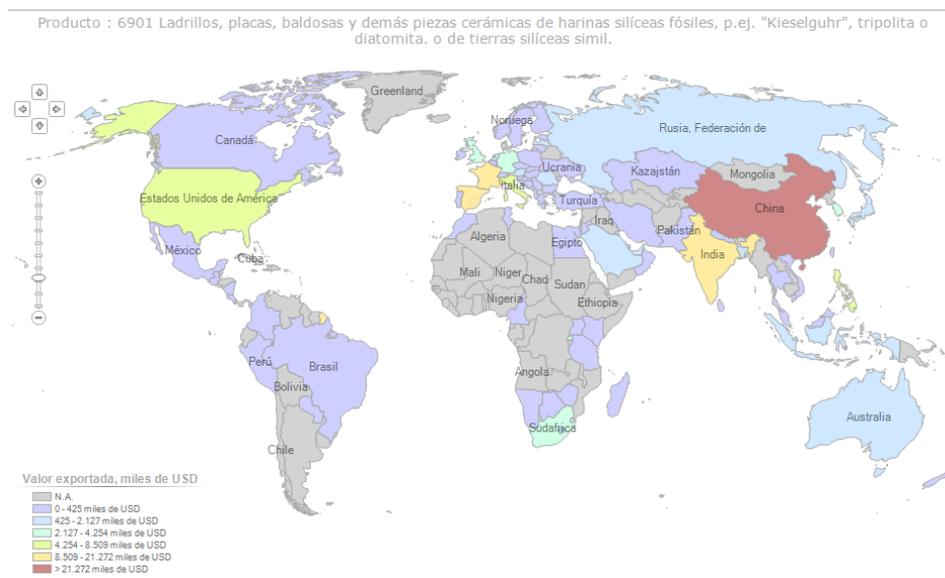


Figura 8. Mapa de principales países exportadores (Trademap, 2016)

### 6.2.3 Generalidades del sector productivo

En América Latina predomina la actividad ladrillera artesanal, donde la mayor parte de los productores pertenecen al llamado sector de micro y pequeñas empresas. Estas se caracterizan por una nula o baja tecnificación en los procesos productivos. De hecho, la mejora económica de la región estimula el crecimiento de la industria ladrillera; según un diagnóstico elaborado por el Programa de Eficiencia Energética en Ladrilleras (EELA), existen aproximadamente 45 mil productores ladrilleros en América Latina; la mayor parte de ellos, informales. En Brasil y Colombia se ha reducido considerablemente la informalidad y se ha mejorado la tecnificación; Perú, Ecuador, Bolivia y México están iniciando el proceso de adecuación de tecnologías mejoradas (Figura 9). La baja tecnificación hace que se presente una pobre eficiencia energética; es decir, mucho consumo de combustible para producir poco, debido a que, gran parte de esta producción se hace en hornos abiertos, generando altas emisiones

principalmente durante la actividad de cocción. (Coalición, Clima y aire limpio, 2016. Manual de capacitación sector ladrillero en América Latina).

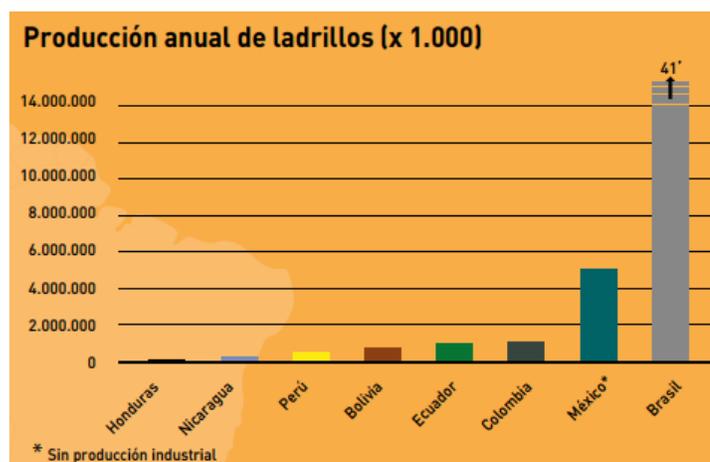


Figura 9. Producción anual de ladrillos. (Coalición, Clima y aire limpio, 2016. Manual de capacitación sector ladrillero en América Latina)

A continuación (Figura 10), se pueden observar los diferentes combustibles utilizados en la producción de ladrillos en América Latina, aunque, según la Norma Técnica Colombiana 6033, se consideran combustibles limpios el gas natural, gas licuado de petróleo, diesel y gasolina hasta de 50ppm de azufre. De estos combustibles limpios, el más usado es el gas, los demás son implementados en pocos países.

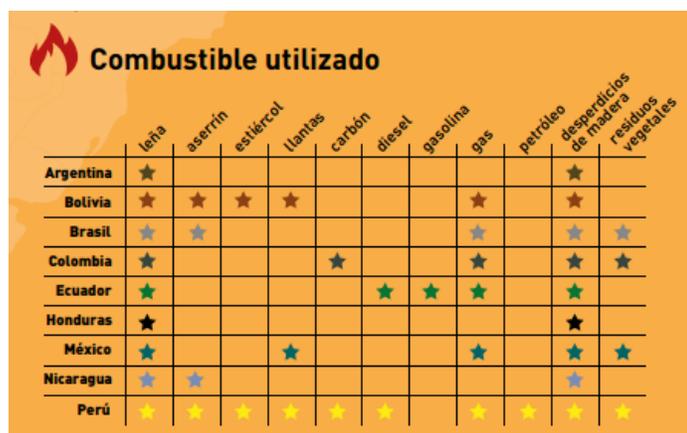


Figura 10. Combustibles utilizados en la producción de ladrillos. (Coalición, Clima y aire limpio, 2016. Manual de capacitación sector ladrillero en América Latina)

En cuanto al empleo, la actividad ladrillera en América produce 500 mil puestos de trabajo. Se estima que entre el 30% y 50% de la producción es artesanal en América Latina.

### 6.3 Características de la industria ladrillera

- Su producción es principalmente artesanal.
- Se utilizan combustibles con alto impacto ambiental.
- Baja eficiencia energética.
- Dificultad para acceder al crédito Inexistencia del sector en las políticas públicas.
- Desconocimiento de tecnologías adecuadas y buenas prácticas de producción.

(Coalición, Clima y aire limpio, 2016)

#### **6.4 El ladrillo en Colombia**

Según la Asociación Nacional de Fabricantes de Ladrillo y derivados de la Arcilla ANFALIT (año 2014), en Colombia pueden existir más de 1.000 empresas productoras de arcilla entre pequeñas, medianas y grandes. Las grandes empresas tienen unas ventas promedio de US\$ 100 millones al año: generando más de 70 mil empleos directos, cerca de diez mil indirectos y beneficia a más de 50 mil familias.

Hoy en día el mercado de la arcilla es más exigente, en términos de calidad de producto, cumplimiento en las entregas, respeto por las condiciones acordadas y servicio post-venta, por lo cual es necesario cumplir y superar las expectativas del cliente. Se considera que este insumo no pierde su vigencia, puesto que aportan a las obras un toque estético y de belleza único.

Se encuentra dividida entre los fabricantes de productos vitrificados (arcilla cubierta por una película vítrea que aísla el material de la humedad externa) y coloniales (mates), los primeros productos están en proceso de desaparición debido a normatividad ambiental que restringe su fabricación debido al alto grado de contaminación ambiental que generan.

Los principales clientes del sector de la arcilla son las constructoras que representan un 90% y el segmento de ferreteros que es un 10%. Según Luis Javier Palacios (Gerente comercial de Gres San José S.A.S), Colombia es pionera en variedad de productos de arcilla y se encuentra bien posicionada a nivel mundial, actualmente se está exportando a países como Costa Rica, República Dominicana Nicaragua y Panamá. Uno de los factores que ha limitado las

exportaciones es el precio del transporte por el peso de la arcilla, ya que en ocasiones es más costosa la logística de desplazamiento que el mismo producto. (Casa gres, revista en obra, edición en arcilla. Panorama de la arcilla en Colombia. Recuperado en mayo de 2017)

La Anfalit (año 2010) también dice que, en Colombia se producen 376.947 toneladas mensuales de ladrillo, es decir 4.523.367 al año, las ventas totales se estiman en \$31.643 millones mensuales, que representan el 52,9% de las ventas potenciales de la industria ladrillera. Los departamentos más representativos en cuanto a producción son (Figura 11), Cundinamarca que participa con el 49% del mercado, es decir \$15.500 millones mensuales, seguido por Norte de Santander con el 14,3%, que equivalen a \$4.514 millones; Antioquia con el 9,5% (\$3.014 millones); el Valle con 7,8% (\$2.458 millones) y el Eje Cafetero con 7,1% (\$2.233 millones). El país cuenta con un total de 1.924 unidades productivas, de las cuales sólo 88%, es decir 1.694 se encuentran en operación; 2% (34) están liquidadas y 10% (96) están cerradas temporalmente (Figura 12).

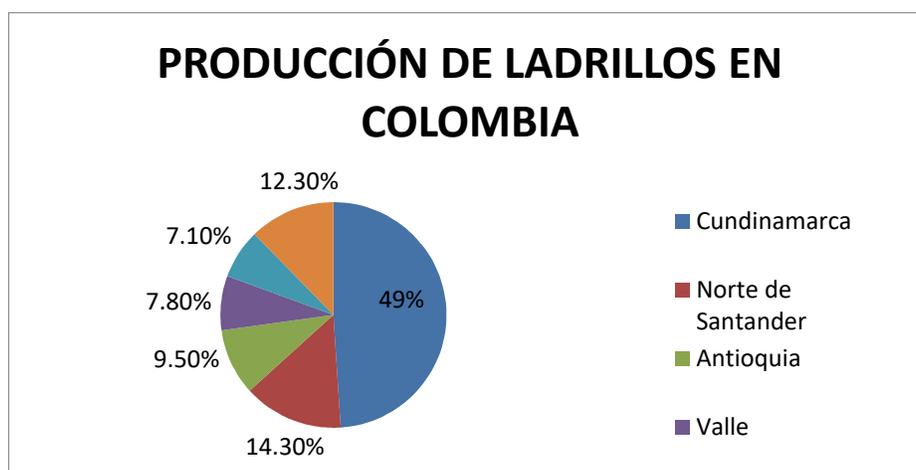


Figura 11. Producción de ladrillos en Colombia. Autoría propia



Figura 12. Unidades productivas de ladrillos en Colombia. Autoría propia

En el tema de empleo, según la cámara de comercio de Bogotá en el año 2013, el sector ladrillero en Colombia tiene el 0,14% del total de los empleos del país, es decir que hay 19.585.836 de personas trabajando en este sector; de las cuales el 42,4% son empleos de forma directa, 43,4% son empleos indirectos y 13,7% de forma ocasional (Figura 13).

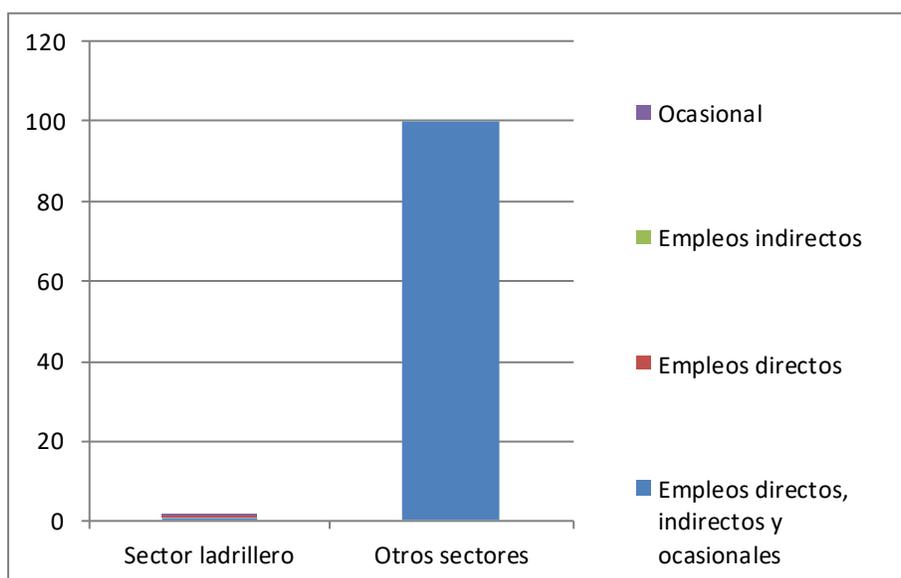


Figura 13. Empleos generados por el sector ladrillero en Colombia. Autoría propia

## 6.5 Producción de ladrillos

El principal material para producir ladrillos es la arcilla, cuando se humedece se convierte en una masa fácil de manejar y de moldear. Para endurecerla y convertirla en ladrillo se procede al método de secado (más antiguo) o al de cocción (resulta más rápido). Como pierde agua su tamaño se reduce alrededor de un 5%. El proceso de fabricación de los ladrillos conlleva:

1. Extracción de la materia prima: Se extrae y transporta la materia prima (arcilla y otros minerales) necesaria para la elaboración de los ladrillos.

2. Etapa de maduración: Antes de incorporar la arcilla al ciclo de producción, se debe someter a diferentes tratamientos de trituración, homogeneización y reposo en acopio, con la finalidad de obtener una adecuada consistencia y uniformidad de las características físicas y químicas deseadas. El reposo a la intemperie tiene la finalidad de facilitar el desmenuzamiento de los terrones y la disolución de los nódulos para impedir las aglomeraciones de las partículas arcillosas. La exposición al aire, la lluvia, el sol, etc favorece la descomposición de la materia orgánica que puede estar presente y permite la purificación química y biológica del material. De esta manera se obtiene un material completamente inerte y poco dado a posteriores transformaciones mecánicas o químicas.

3. Etapa de tratamiento mecánico previo: Consiste en una serie de operaciones que tienen la finalidad de purificar y refinar la materia prima. Los instrumentos utilizados para un tratamiento mecánico son, rompeterrones, que sirve para reducir las dimensiones de los terrones hasta un diámetro entre 15 y 30 mm; El eliminador de piedras, sirve para separar las arcillas de las piedras; El desintegrador, se encarga de triturar los terrones de mayor tamaño, duros y

compactos; y, por último, el laminador refinador, por donde se hace pasar la arcilla sometiéndola a un aplastamiento y un planchado que hacen aún más pequeñas las partículas.

4. Etapa de depósito de materia prima procesada: cuando ya se ha uniformado la arcilla se procede a colocarla en un silo techado, donde la misma se convertirá en un material homogéneo tanto en apariencia como en características físico-químicas, quedando listo para ser manipulado durante el proceso de fabricación.

5. Etapa de humidificación: en esta fase se coloca en un laminador refinado y luego en un mezclador humedecedor, donde se agrega agua para obtener la consistencia de humedad precisa.

6. Etapa de moldeado: se procede a llevar la arcilla a través de una boquilla (plancha perforada en forma del objeto que se quiere elaborar). El proceso se hace con vapor caliente saturado a 130°C y a presión reducida, obteniéndose una humedad más uniforme y una masa más compacta, puesto que el vapor tiene mayor poder de penetración que el agua.

7. Etapa de secado: Es una de las etapas más delicadas y de la cual depende, en gran parte, el buen resultado y calidad del material, principalmente en lo que respecta a la ausencia de fisuras. Durante el secado, se procede a eliminar el agua que el material absorbió durante el moldeado, y se hace previo al cocimiento.

8. Etapa de cocción: Esta etapa se realiza en los hornos en forma de túnel, con temperaturas extremas entre los 900°C a 1000°C, en el interior del horno, la temperatura varía de forma continua y uniforme. Durante el mismo se comprueba la resistencia que se ha logrado del material.

9. Etapa de almacenaje: cuando el producto se ha cocido, es resistente y llena las exigencias de calidad, se coloca en formaciones de paquetes sobre los denominados “pallets” que hacen fácil su traslado de un lugar a otro. Los mismos se envuelven usando cintas metálicas o

plásticas para que no corran riesgo de caerse y dañarse, sea más fácil la manipulación y puedan llevarse a los lugares de almacenamiento.

El almacenamiento es un punto importante dentro del proceso de fabricación de ladrillos, porque debe ser un lugar que los proteja de los elementos como el agua, el sol excesivo o la humedad extrema que podrían modificar su calidad. (Ladrillos – España, 2013).

## 6.6 Ciclo Productivo (Figura 14)

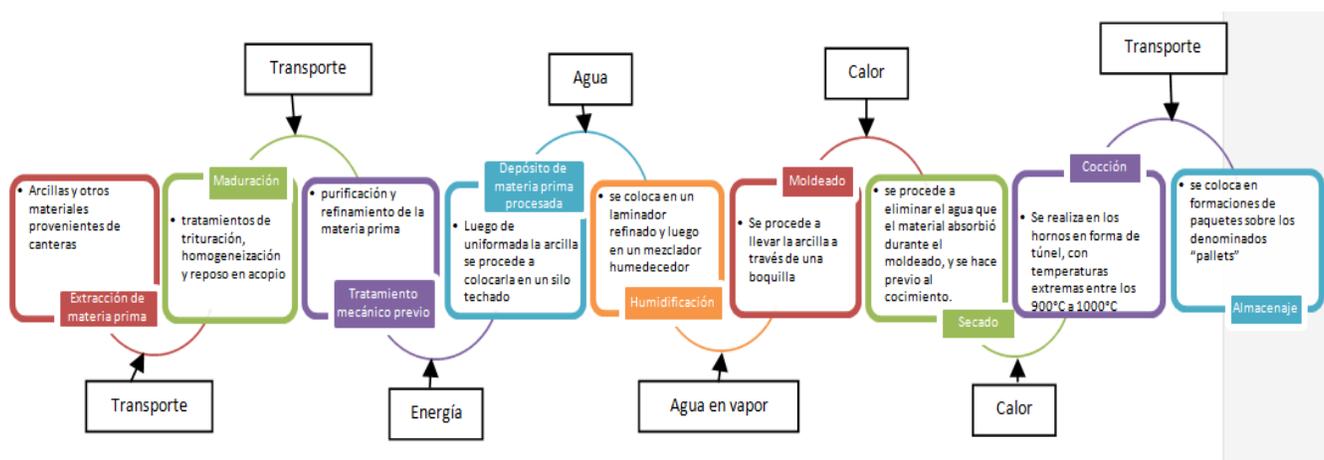


Figura 14. Ciclo productivo de los ladrillos. Autoría propia

## 6.7 Tipos de hornos

Dentro del proceso de producción de ladrillos, es indispensable contar con un buen horno, es decir, que sea muy eficiente pero que también genere pocas emisiones en el ambiente. Actualmente se tienen diferentes hornos que reciben el nombre de hornos amigables (Figura 15), puesto que, se han diseñado para generar menores impactos ambientales, dentro de ellos se tienen:

1. Horno Móvil: En este horno, el tiempo de quemado es corto comparado con los hornos tradicionales, debido a que los módulos están hechos de un material liviano. Este proceso implica menos estructura que calentar, lo que representa periodos cortos de quema y enfriamiento. Al ser el horno el que se mueve sobre rieles, el tiempo de carga y descarga también se reduce. Los operadores no tienen que ingresar en el horno, y esto, a su vez, reduce los riesgos laborales. Este horno genera cerca de 90% de productos de primera calidad, y utiliza como combustible biomasa, gas o aceite.

2. Vertical continuo: Este horno, llamado VSBK por sus siglas en inglés, consiste en una chimenea vertical donde los ladrillos se apilan en paquetes de aproximadamente trescientas unidades. Cuando los paquetes descienden, pasan frente a la cámara de fuego, y al llegar a la parte inferior, se enfrían y son descargados. Una vez listos los ladrillos, la carga desciende, y el próximo paquete llega a la cámara de fuego. En la parte inferior se descargan, y finaliza el proceso. El horno tiene capacidad para varios paquetes y su descenso toma entre 14 y 20 horas, según la habilidad y experiencia de los trabajadores. Este horno es más fácil de controlar, es más eficiente y usualmente se coloca carbón entre las filas de ladrillos. Tiene un ciclo de producción corto en comparación con otros hornos. El VSBK puede producir ladrillos sólidos y estructurales, no permite la producción de ladrillos con huecos o productos más delgados, como tejas o pisos. Su bajo consumo en combustible y su diseño permiten que el horno presente bajas emisiones, por lo que se lo considera energéticamente eficiente.

3. Túnel: El túnel es un horno continuo de bajo nivel de contaminación, en donde el material se moviliza mediante vagones que se desplazan a través del horno. La concepción de este horno responde a la idea de fijar una zona de fuego y hacer pasar los productos a cocer siguiendo la curva de calentamiento. Este proceso supone una ventaja de ahorro de calorías en el enfriamiento y precalentamiento, además de la economía de mano de obra en la carga y descarga de los ladrillos y mayor rapidez en la etapa de cocción. Su longitud fluctúa entre 70 y 150 metros. El combustible se suministra por la parte superior, mediante un sistema de transporte neumático que disminuye totalmente la contaminación en esta etapa. Aunque aún es utilizado en forma limitada en América Latina, debido al elevado costo de inversión y la escala de producción que exige, presenta un alto rendimiento energético y gran productividad: ello es posible gracias a su configuración y capacidad de recuperar calor durante el proceso.

4. Hoffman: El horno Hoffman es de operación continua o semicontinua, pues es el fuego (o la alimentación del combustible) el que se desplaza hacia los ladrillos apilados en un circuito cerrado (circular, elíptico o rectangular) con un techo en arco. El tiro se da por efecto de la chimenea o de un ventilador. Este horno fue patentado y diseñado por Friedrich Hoffman en el año 1858, en Alemania, y su modelo inicial fue un círculo alrededor de una chimenea. Tiene tres zonas de operación: la zona de quema, donde se alimenta de combustible; la zona de precalentamiento (delante de la zona de quema), donde los ladrillos crudos son precalentados por los gases que provienen de la quema; y la zona de enfriamiento, donde los ladrillos ya quemados son enfriados con el aire que ingresa en el horno. En América Latina, este horno se utiliza en varios países con diversas diferencias en los modelos. El consumo de leña varía entre 0,90 y 1,20

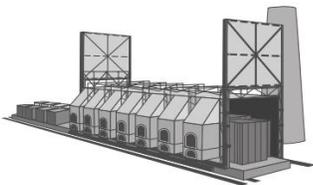
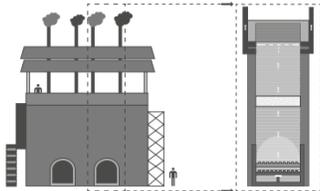
m<sup>3</sup> por cada millar de piezas producidas, equivalente a 1,75 y 2,67 MJ/kg. La eficiencia térmica media es de 50%, y genera entre 85% y 90% de productos de primera calidad.

5. Cedan: El horno CEDAN está constituido por multicámaras interconectadas, con aprovechamiento interno de calor entre estas. La operación consiste en que siempre hay una cámara que realiza la quema; así mismo, entre dos y cinco cámaras adyacentes cargadas de material son precalentadas con el calor residual de la cámara en proceso de quema. En otro lado, en las dos cámaras anteriores a la quema, se realiza el enfriamiento de la carga ya quemada con aire del ambiente. Este aire intercambia calor con las piezas calientes y se va calentando para ingresar a la cámara en fase de quema, actuando como aire de combustión, lo que también contribuye a mejorar el rendimiento energético. El consumo específico de leña varía entre 0,40 y 0,45 t/mil piezas producidas, equivalente a un consumo específico de energía entre 1,71 y 2,28 MJ/kg, y que resulta en una eficiencia térmica media de 54%. El horno CEDAN genera cerca de 90% de productos de primera calidad.

6. Colmena: También conocidos como hornos redondos de llama invertida, son hornos cerrados. Esto permite una mejor regulación del tiro, que puede ser natural o forzado. La alimentación del material seco se realiza por una puerta lateral. El suministro del combustible puede realizarse manualmente, mediante parrillas colocadas en la pared del horno, o automáticamente mediante un dosificador. Están contruidos en forma de cámaras circulares con paredes y techo en bóveda de ladrillo; poseen hogares laterales distribuidos uniformemente, donde se quema el combustible. Una ventaja de estos hornos es que ni el combustible ni sus residuos entran en contacto inmediato con el producto, debido a la pared separadora y

conductora de gases del hogar. Los hornos colmena son usados con regularidad en Brasil (hornos Abobada), Colombia y Perú. Los gases de combustión dejan el horno a través de un ducto subterráneo y van hacia la chimenea. Los combustibles comúnmente usados son ramas, piezas de madera, carbón mineral y coque.

7. Tiro invertido: El diseño de este horno surgió de una adaptación del horno paulistinha, en Brasil. Al empezar el proceso de combustión en el horno de tiro invertido, los gases producidos se dirigen hacia el techo de la bóveda; luego, el calor baja a través de los ladrillos; finalmente, este pasa por pequeñas aberturas en el suelo. Los gases de la combustión salen del horno mediante un ducto subterráneo e ingresan en la chimenea. Este horno posee forma rectangular y techo abovedado. Tiene varios puntos de suministro de aire y combustible, que se encuentran en las paredes laterales. Fue desarrollado e implementado inicialmente por productores del sector ladrillero de Cusco, en el Perú, y luego su uso replicó en Ecuador y Nicaragua. Por lo general, utiliza como combustibles madera, aserrín y cascarilla de café. (Coalición, Clima y aire limpio, 2016.).

<b>TIPOS DE HORNOS</b>	
Móvil	
Vertical Continuo	

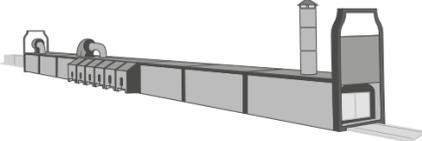
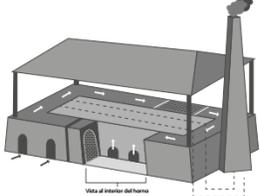
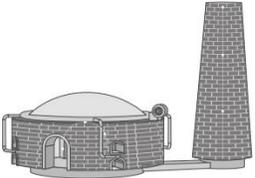
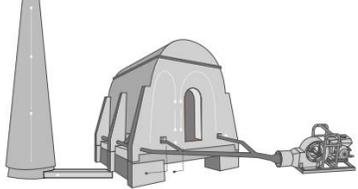
Túnel	
Hoffman	
Cedan	
Colmena	
Tiro invertido	

Figura 15. Tipos de hornos (Coalición, *Clima y aire limpio*, 2016)

Los hornos Hoffman, Túnel y el móvil se consideran como hornos tecnificados porque tienen alta capacidad de producción y menores niveles de contaminación, con relación a los demás tipos de hornos, además presentan mejor eficiencia térmica porque realizan recuperación de calor.

## 6.8 Aspectos ambientales de los ladrillos analizados con enfoque en el ciclo de vida

La fabricación artesanal de ladrillos es muy importante en Colombia, ya que se concentra en la zona rural, y es el sustento de gran cantidad de familias de escasos recursos que no tienen capacidad de inversión (Cámara de Comercio de Bogotá, 2013). Por esta razón el impacto que causan al medio ambiente este tipo de ladrilleras es muy grande, puesto que no cumplen con las normas ambientales exigidas y producen gran cantidad de emisiones.

La industria ladrillera tiene grandes impactos ambientales, tales como:

- Aire: La primera actividad productiva que genera contaminación atmosférica es la extracción de la materia prima que genera partículas suspendidas totales (PST); la segunda actividad es la cocción, puesto que por la chimenea emanan gases como Monóxido de carbono (CO), Dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>), PM<sub>10</sub> (Las PM<sub>10</sub> se pueden definir como aquellas partículas sólidas o líquidas de polvo, cenizas, hollín, partículas metálicas, cemento ó polen, dispersas en la atmósfera, y cuyo diámetro varía entre 2,5 y 10 µm), Dióxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>), Dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), generados por la quema de combustibles usados como aserrín de madera, cáscara de arroz o de café; o de otros tipos de elementos como llantas leña, madera, , plásticos o textiles, entre otros, generando un problema de calidad ambiental y molestias a la comunidad vecina, siendo este uno de los impactos más significativos del sector.

- Suelo: Uno de los mayores problemas ocasionados al suelo, es generado por la explotación indiscriminada de la arcilla (excavación), debido a que genera eliminación de la capa orgánica fértil junto con la vegetación arbórea (arbustiva y herbácea) quitando capacidad de drenaje y sostén al terreno incrementando el riesgo de erosión, derrumbes, deslizamientos e

inestabilidad del terreno. Otro problema asociado con el impacto directo al suelo está relacionado con el vertimiento directo de aguas provenientes de la producción, lo que genera infiltraciones y erosión.

- Agua: Dado que la mayoría de las ladrilleras no cuentan con sistema de alcantarillado, se presentan casos de vertimiento directo de aguas residuales a los cuerpos hídricos. De igual manera la gran mayoría no cuentan con sistema captador de aguas lluvias por lo que precipitaciones, escorrentía e infiltración llegan a los cuerpos hídricos sin ningún control. Otro problema que se puede dar es que algunas de las empresas canalizan o desvían el curso de agua de las fuentes hídricas para su propio suministro.

También se presentan residuos sólidos inertes constituidos por los escombros cerámicos provenientes de los productos rechazados por rotura o deficiente cocción durante todo el proceso de elaboración de los ladrillos, los cuales pueden afectar el suelo o las fuentes hídricas, pues no se tiene un control específico de ello (Alarcón Marín y Burgos Panqueva, 2015).

La producción ladrillera (junto con la producción de hierro y acero) ha sido reconocida como una de las principales fuentes de carbono negro en el mundo, pues contribuye con 20% de las emisiones globales (Coalición, Clima y aire limpio, 2016).

## **6.9 Contaminantes que genera el proceso productivo**

De acuerdo con lo anterior a continuación se presenta un resumen de los contaminantes que se generan en el proceso productivo (Tabla 1):

*Tabla 1. Contaminantes que se generan en el ciclo productivo (Manuel Casado Piñeiro, 2005)*

<b>Etapas</b>	<b>Actividades que Generan Contaminantes</b>	<b>Tipo de Contaminantes</b>
Extracción de Arcilla	• Extracción con herramientas manuales	• Escasas Partículas en suspensión
Mezclado	• Tamizado y selección • Mezcla de arcillas con agua y arena	• Partículas en suspensión
Secado	• Durante el secado de los moldes al aire libre solo se desprende vapor de agua, el cual es en principio inocuo para la salud. Los moldes defectuosos son reciclados a la etapa de moldeado	• No representativo
Cocción	• Uso de combustibles en la cocción de ladrillos y tejas: Llantas, aceite usado, aserrín de madera, cáscara de café, ramas y leña de eucalipto, carbón de piedra	• Partículas en suspensión • Dióxido de azufre • Dióxido de nitrógeno • Compuestos orgánicos volátiles
Clasificación	• Descarte de productos rotos, fisurados, mal cocidos	• Residuos sólidos inertes
Embalaje	• Descarte de productos rotos	• Residuos sólidos inertes

### 6.9.1 Emisiones contaminantes de la industria ladrillera

- **Material particulado (PM<sub>2,5</sub>):** Este contaminante se origina durante la combustión de la biomasa y combustibles fósiles. Estudios recientes indican que el carbono negro actúa como vehículo de transporte de material particulado (PM<sub>2,5</sub>) y de otros compuestos tóxicos. Las partículas contaminantes de menos de 2,5 micras (incluido el carbono negro) están asociadas a diversos impactos en la salud humana a nivel respiratorio y cardiovascular, y son causa de millones de muertes prematuras al año, especialmente en los países en desarrollo. La Organización Mundial de la Salud (OMS) cataloga la contaminación del aire entre los primeros diez factores de riesgo en países de ingreso alto-medio.

- **Dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>):** El dióxido de azufre ha sido identificado como un contaminante perjudicial para la salud y el bienestar de los seres humanos. Es formado en la combustión cuando el combustible utilizado contiene azufre como en el caso del carbón, el

petróleo, el diésel o la biomasa. Las emisiones de SO<sub>2</sub> tienen impactos en la salud y contribuyen también a la creación de sulfatos como contaminantes secundarios en forma de PM<sub>2,5</sub>. El SO<sub>2</sub> también tiene efectos en los ecosistemas terrestres y en los de agua dulce por acidificación. En los humanos, aumenta la frecuencia de síntomas respiratorios y enfermedades pulmonares.

**Dióxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>):** El dióxido de nitrógeno, según la OMS, es un gas tóxico que causa inflamación en las vías respiratorias. Se forma como subproducto en los procesos de combustión a altas temperaturas. Estudios epidemiológicos han revelado que algunos síntomas de bronquitis en niños asmáticos aumentan en relación con la exposición prolongada al NO<sub>2</sub>. También ocasiona problemas respiratorios, como fibrosis pulmonar crónica y bronquitis, y genera la absorción de luz visible y la reducción de la visibilidad. (Coalición, Clima y aire limpio, 2016).

## 6.10 Identificación de aspectos e impactos ambientales en el ciclo de vida de los ladrillos

En la Tabla 2 se presenta un resumen de los aspectos e impactos que se generan a lo largo del ciclo de vida del ladrillo:

*Tabla 2. Aspectos e impactos ambientales. Autoría propia*

<b>Etapas del ciclo de vida</b>	<b>Actividad</b>	<b>Aspecto ambiental</b>	<b>Impacto ambiental</b>
Extracción de las materias primas	Extracción de la materia prima	Generación de ruido	Aumento en los niveles de ruido.
		Consumo de energía eléctrica	Contribución al cambio climático. Afectación de los recursos hidrobiológicos.
		Consumo de combustible	Agotamiento de combustibles fósiles.
		Generación de emisiones	Contaminación atmosférica.

		Demanda de recursos naturales (uso del suelo)	Agotamiento de recursos naturales no renovables, impacto paisajístico, erosión
		Generación de residuos líquidos, sólidos y de gases.	Contaminación del suelo, contaminación atmosférica, enfermedades pulmonares y dermatológicas en los trabajadores y las comunidades.
		Generación y emisiones de partículas en suspensión	Contaminación atmosférica, enfermedades pulmonares y dermatológicas en los trabajadores y las comunidades
		Afectación fauna y flora	Pérdida de biodiversidad, destrucción de especies, fragmentación de hábitat
	Transporte de materias primas	Consumo de combustibles.	Agotamiento de combustibles fósiles.
		Generación de emisiones de gases y material particulado.	Contaminación atmosférica, Generación de gases efecto invernadero.
Producción	Maduración	Consumo de energía eléctrica	Contribución al cambio climático. Afectación de los recursos hidrobiológicos.
		Consumo de combustible	Agotamiento de combustibles fósiles, contaminación atmosférica.
		Consumo de agua	Agotamiento de la cantidad y calidad del recurso hídrico.
	Tratamiento mecánico previo	Consumo de energía eléctrica	Contribución al cambio climático. Afectación de los recursos hidrobiológicos.
		Generación de emisiones de gases y material particulado.	Contaminación atmosférica, enfermedades pulmonares y dermatológicas en los trabajadores.
		Generación de ruido	Aumento en los niveles de ruido.
	Humidificación	Generación de ruido	Aumento en los niveles de ruido.
		Consumo de agua	Agotamiento de la cantidad y calidad del recurso hídrico, contaminación del agua subterránea y superficial.
		Consumo de energía eléctrica	Contribución al cambio climático. Afectación de los

			recursos hidrobiológicos.
		Generación de vertimientos	Contaminación del agua, contaminación del suelo.
	Moldeado	Consumo de agua	Agotamiento de la cantidad y calidad del recurso hídrico, contaminación del agua subterránea y superficial.
		Consumo de energía eléctrica	Contribución al cambio climático. Afectación de los recursos hidrobiológicos.
		Generación de ruido	Aumento en los niveles de ruido.
	Secado	Generación de residuos que son llevados nuevamente a la etapa de moldeado	Ninguno
	Cocción	Generación de gases tóxicos y material particulado	Contaminación atmosférica, enfermedades pulmonares, dermatológicas y oculares en los trabajadores y las comunidades.
		Consumo de combustibles	Contaminación atmosférica, generación de gases efecto invernadero, contribución al cambio climático.
		Generación de olores	Contaminación atmosférica, molestias a la comunidad.
		Demanda de recursos naturales	Agotamiento de recursos naturales no renovables.
Generación de residuos		Contaminación del suelo.	
Almacenaje	Transporte de los ladrillos al sitio de almacenaje	Consumo de combustibles	Contaminación atmosférica, generación de gases efecto invernadero, contribución al cambio climático.
	Almacenaje	Generación de residuos	Contaminación del suelo.

### 6.11 Definición de Criterios Ambientales

Los criterios ambientales definidos para los ladrillos están basados en el análisis e identificación de los aspectos e impactos ambientales en el ciclo de vida de este producto. Para

dichos criterios se definen los plazos de implementación de acuerdo a los rangos que se presentan en la Tabla 3.

El plazo de implementación de los criterios ambientales para los productores de ladrillos hace referencia, al tiempo durante el cual se sugiere se debe implementar dichos criterios; mientras que, para los compradores del sector de la construcción, es una opción que permite orientarlos a la posibilidad de incluir dichos criterios en sus requisitos de compra, según las capacidades del mercado.

En la Tabla 3 se establecen los criterios ambientales de acuerdo a la etapa de ciclo de vida de los ladrillos, definiendo además la forma de verificación, es decir la manera en la cual el productor o comercializador debe demostrar el cumplimiento del criterio, y el plazo de implementación de los mismos.

Rangos de plazos para implementación de criterios, estos rangos son tiempos propuestos que podrán ser modificados por cada empresa de acuerdo con sus propias políticas o con la normatividad relacionada.

*Tabla 3. Rangos de plazos para la implementación de criterios. Autría propia*

<b>Plazo</b>	<b>Tiempo (Años)</b>
Corto	< 2 años
Mediano	2-5 años
Largo	>5 años

### 6.11.1 Criterios ambientales en los ladrillos

En la Tabla 4 se presentan los criterios ambientales que se consideran para la producción de ladrillos:

*Tabla 4. Criterios ambientales en los ladrillos. Autoría propia*

<b>CRITERIOS AMBIENTALES A CONSIDERAR PARA LOS LADRILLOS</b>		
<b>Criterio</b>	<b>Forma de verificación</b>	<b>Plazo implementación</b>
Contar con un programa de mantenimiento preventivo y correctivo para la maquinaria y equipos utilizados en el proceso	El productor de ladrillos deberá demostrar mediante registros mensuales de las diferentes actividades, el mantenimiento realizado a la maquinaria y equipos utilizados	Corto
Realizar la valoración los impactos ambientales de cada una de sus actividades.	El productor de ladrillos deberá demostrar mediante un documento escrito y actualizado la evaluación de impactos ambientales con su respectivo plan de trabajo	Corto
Utilizar solventes que contengan clorofluorocarbonos (CFCs), Hidroclorofluorocarbonos (HCFCs), halones, bromuro de metilo, tetracloruro de carbonos y metilcloroformo durante las actividades de limpieza y mantenimiento de la maquinaria y equipos	El productor de ladrillos deberá demostrar mediante Registros de actividades, Listado de compras, tarjetas de seguridad de los productos el no uso de solventes que contengan los compuestos químicos mencionados.	Corto
Tener dentro de las políticas empresariales de los proveedores, compromisos para mitigar y compensar los daños ambientales	Los proveedores deberán demostrar mediante registros de las actividades mensuales, certificados de legalidad y planes de trabajo escritos, sus compromisos para mitigar y compensar los daños ambientales	Corto
Establecer un plan de control de emisiones de material particulado en las zonas de almacenamiento de materias primas e insumos.	El productor deberá evidenciar la implementación, mediante registros mensuales de las actividades. Tener por escrito e implementado el plan de mitigación de impactos	Corto
Implementar iniciativas de reducción de la generación de emisiones atmosféricas, que le permitan obtener niveles de emisión menores a los requeridos por la legislación vigente.	El productor deberá evidenciar la implementación, tener registros reducción de emisiones a través de indicadores de seguimiento relativos a la producción y tener evaluaciones de emisiones emitidas por un laboratorio.	Largo

Implementar un plan de uso eficiente de energía con sus respectivas metas y periodos de tiempo	El productor deberá evidenciar la implementación, tener registros de consumo de energía mensuales y plan escrito	Mediano
Demostrar que los ladrillos no contienen asbestos y demás sustancias que generen riesgos a la salud humana	El productor deberá realizar pruebas de laboratorio de los productos y de las emisiones generadas	Mediano
Implementar un plan de uso eficiente del agua	El productor deberá evidenciar la implementación, tener registros de consumo de agua mensuales tanto del proceso de fabricación como de las áreas administrativas (separadas). Deberá tener un plan escrito	Mediano
Disponer los residuos peligrosos con las empresas autorizadas y certificadas	El productor deberá evidenciar la implementación, tener los certificados otorgados por dichas empresas	Mediano
Mejorar la calidad de los vertimientos generados	El productor deberá tener evidencias de implementación de los procesos de tratamientos a los vertimientos, registros mensuales, caracterización de los mismos y pruebas de laboratorio	Mediano
Utilizar materiales reciclables o degradables para el empaque y embalaje de los ladrillos	El productor deberá evidenciar la implementación, tener registros de compras mensuales, certificados de compras, hoja de vida de los materiales utilizados	Corto
Suministrar a los compradores, las recomendaciones necesarias para el adecuado manejo del producto, reciclaje, aprovechamiento, reutilización y disposición final del producto con el fin de reducir los desperdicios y optimizar procesos	El productor deberá tener las recomendaciones escritas y deberá evidenciar la implementación	Corto
Utilizar sistemas de recolección aguas lluvias para usar en el proceso de fabricación	El productor deberá evidenciar la implementación, tener protocolos escritos, registros e indicadores mensuales de consumo de agua	Mediano
Implementar la reutilización y el reciclaje de aguas grises en el proceso de fabricación	El productor deberá evidenciar la implementación, tener protocolos escritos, registros mensuales de consumo de agua	Mediano
Tener certificados de etiquetas ambientales, como el sello ambiental colombiano, entre otros.	El productor deberá tener el Certificado físico de la etiqueta ambiental obtenida	Mediano
Contar con un programa para realizar una correcta disposición final y/o aprovechamiento de los residuos generados en las operaciones productivas.	El productor deberá tener un plan de manejo de residuos, evidenciar la implementación y registros mensuales	Corto
Emplear energías renovables en los procesos de secado y cocción como biomasa residual	El productor deberá tener registros de consumos específicos de energía y el	Mediano

y biogás	porcentaje por fuente de energía, demostrar los indicadores de disminución de Uso de carbón con y sin uso de biomasa	
Incorporar en el producto materiales reciclados (pre consumidor o post consumidor)	El productor deberá tener registros y protocolos en donde se especifique el origen de las materias primas para la producción de ladrillos	Mediano
Medir su huella de Carbono corporativa	El productor deberá tener definida la metodología y tenerla por escrito, deberá tener registro de las mediciones.	Largo
Emplear empaques, adhesivos y tintas utilizados en el rotulado degradables	La empresa productora deberá tener las especificaciones del material de los empaques utilizados y un certificado por parte de la empresa proveedora	Corto

Nota 1: Los criterios ambientales que se encuentran en la tabla anterior, fueron establecidos considerando los aspectos e impactos identificados en el ciclo de vida, así como diferentes fuentes como normas técnicas, ecoetiquetas o normatividad, entre otros, las cuales contenían condiciones técnicas o ambientales claves.

Nota 2: Se debe aclarar que en muchos casos los ladrillos son distribuidos por terceros que no fabrican directamente estos productos; en estos casos, los criterios deben ser extendidos por los mismos terceros a sus proveedores fabricantes, para que sustenten los criterios establecidos.

Nota 3: La ficha con criterios de sostenibilidad establece diferentes criterios y medios de verificación para las diferentes etapas del ciclo de vida. El comprador tiene la opción de elegir uno o varios criterios para cada una de sus compras y con el tiempo incrementar el número de criterios a solicitar, según las capacidades del mercado.

## 6.12. Normatividad ambiental

Solo desde hace siete años hay una norma que se aplica para controlar la actividad de este tipo de empresas en cuanto a la afectación sobre el medio ambiente. La Resolución 909, de 2008 establece los límites de emisión con los cuales pueden operar estas plantas. Para asegurar el cumplimiento de los estándares, están obligados a contratar entidades idóneas para que les hagan seguimiento (El Colombiano, mayo de 2016. Ladrilleras, a controlar su contaminación al máximo).

Además de la anterior norma y de los criterios de sostenibilidad identificados, es indispensable que las empresas productoras de ladrillos cumplan con las normas ambientales existentes en el país y aplicables para dicha industria, las cuales apoyan y blindan cada uno de los procesos de producción, obtención de diferentes sellos ambientales y, por ende, se genera una imagen de confianza y seguridad de la empresa hacia el comprador. En la Tabla 5 se presenta un resumen de la normatividad ambiental.

*Tabla 5. Normatividad ambiental. (Ladrilleras de Colombia, marzo de 2013)*

<b>NORMA</b>	<b>ARTICULO</b>	<b>COMPONENTE</b>	<b>DESCRIPCION</b>
<b>Ley 99 del 1993</b>	<b>42</b>	Aire	Tasas retributivas y compensatorias
	<b>49</b>	---	Obligatoriedad de la licencia ambiental
	<b>57</b>	--	Estudio de impacto ambiental
<b>Decreto 948 de 1995</b>	<b>72</b>	Aire	Permiso de emisión atmosférica
	<b>76</b>	Aire	Tramite permiso de emisión atmosférica en el proceso de cocción.
	<b>86</b>	Aire	Vigencia, alcance y renovación del permiso de emisión atmosférica.
<b>Decreto 1791 de 1996</b>	<b>74-75</b>	Suelo	Movilización de productos forestales siendo necesario en el

			proceso de extracción de arcillas.
<b>Decreto 2820 de 2010</b>	<b>9</b>	----	Licencia ambiental autorizada por la CAR en el numeral 1 b) materiales de construcción con producción menos a 600000 ton/año
	<b>21-22</b>	---	Estudio de impacto ambiental
	<b>24</b>	----	Solicitud y requisitos para la licencia ambiental
	<b>39</b>	---	Control y seguimiento
<b>Resolución 8321 de 1983</b>	<b>17</b>	Aire	Nivel sonoro para la zona receptora Tabla 1
	<b>41</b>	Aire	Niveles para la exposición de los trabajadores de ruido continuo tabla 3
<b>Resolución 601 de 2006</b>	<b>2</b>	Aire	Tabla de niveles máximos permisibles de emisiones según el tipo de contaminante Tabla 1
	<b>4</b>	Aire	Procedimientos para medición de calidad de aire en el proceso de cocción.
	<b>10</b>	Aire	Declaración de emergencia por los niveles de concentración de contaminantes según la Tabla 4
<b>Resolución 627 del 2006</b>	<b>9</b>	Aire	Niveles de ruido permisibles debido a la maquinaria empleada en el proceso de trituración Tabla 1
	<b>17</b>	Aire	Niveles de ruido ambiental permisible Tabla 2
<b>Resolución 909 de 2008</b>	<b>4</b>	Aire	Estándares de emisión admisibles de contaminantes para fuentes fijas Tabla 1, 18 y 20
	<b>69-71</b>	Aire	Determinación del punto de descarga de la emisión por fuentes fijas
	<b>72-77</b>	Aire	Medición de emisiones para fuentes fijas en la chimenea del horno de cocción.
<b>Resolución 1503 de 2010</b>	<b>1-4</b>	--	Metodología para presenta un estudio de impacto ambiental
<b>RESOLUCIÓN 0935 DE 2011</b>	<b>3-4</b>	Aire	Métodos de medición de contaminantes y determinación de número de pruebas
<b>Resolución 6982 de 2011</b>	<b>11</b>	Aire	Estándares de emisión admisible para fabricación de productos de cerámica y arcilla
	<b>15 -16</b>	Aire	Estudios de evaluación de emisiones atmosféricas y

			protocolos de muestreo.
	<b>17</b>	Aire	Procedimiento para determinar la altura de descarga según los contaminantes generados en el proceso de cocción.

En cuanto al tema de extracción de materiales, las canteras se clasifican dentro de las actividades mineras, las cuales se rigen por las leyes minero ambientales. El marco legal consta de:

1. Los Estudios de impacto Ambiental (EIA) para la explotación de materiales de construcción y demás minerales, se rigen a través de la Ley 99 de 1993, resoluciones, decretos reglamentarios.
2. El Decreto 1753, reglamentario de la Ley 99 de 1993, da definiciones e indicaciones relacionadas con las licencias ambientales que deben obtenerse para poner en marcha proyectos de desarrollo cuya construcción y operación afecten de alguna manera al medio ambiente y el medio social.
3. El órgano rector de la gestión pública ambiental y administrativa de los recursos naturales se encuentra en el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible y en las Corporaciones Autónomas Regionales.
4. La minería en Colombia se rige por el Código de Minas Ley 685 de 2001.
5. El Ministerio de Minas y Energía mediante Decreto 4134 de 2011, crea la Agencia Nacional de Minería (ANM) para buscar mayor eficiencia en la administración del recurso minero y para que se encargue de los procesos de titulación, registro, asistencia técnica, fomento, promoción y vigilancia de las obligaciones emanadas de los títulos y solicitudes de áreas mineras.

6. Para la elaboración de los estudios del Programa de Trabajos y Obras (PTO) y los trabajos mínimos exploratorios, la Agencia Nacional Minera emitió la Resolución 0428 de junio 26 de 2013 "por medio de la cual se adoptan los términos de referencia y Guías Minero Ambientales junto con sus anexos".

7. Las Normas Reglamentarias y Complementarias. Son aquellas que van reglamentando en el tiempo la actividad minera y ambiental para el cumplimiento de la legislación así: leyes, decreto ley, decretos, resoluciones, entre otras (Ministerio de minas y energía, 2013).

#### **6.12.1 Políticas ambientales**

El Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible impulsa la mejora del desempeño ambiental del sector ladrillero. Por su parte, el Ministerio de Minas y Energía, como en otros países, tiene un papel clave en el licenciamiento de la actividad, pues es quien otorga permisos de explotación de canteras de arcilla. Respecto al sector ladrillero, se han emitido resoluciones que establecen normas y estándares de emisión admisibles de contaminantes a la atmósfera según fuentes y tipo de combustible, y especifican el tipo de ductos o chimeneas que deben contar los hornos ladrilleros para medir los gases que se producen. La banca privada colombiana realiza una labor muy importante, pues incentiva con mejores condiciones crediticias a los productores que formalizan sus actividades o reducen sus emisiones contaminantes (Coalición, Clima y aire limpio, 2016).

### 6.12.2 Retos para el sector

La producción ladrillera ha sido reconocida como una de las principales fuentes de carbono negro en el mundo, contribuyendo con el 20% de las emisiones globales. Para buscar disminuir este porcentaje, el sector se ha trazado los siguientes retos:

- Reto 1 “Tecnificación”: aplicar tecnologías apropiadas y eficientes y buenas prácticas de producción.

- Reto 2 “Políticas públicas”: Las regulaciones o normas que traen mayor impulso a los sectores productivos son aquellas que incluyen exigencias y promueven la actividad económica. El sector ladrillero no está regulado; en particular, las empresas pequeñas. Muchas de sus unidades productivas no tienen título de propiedad o se encuentran en zonas urbanas altamente pobladas. Es urgente que exista una legislación apropiada, tanto para la industria formal como informal, y que esté comprometida con los grandes cambios que se deben Reto 2: Políticas públicas implementar. Estos ya se encuentran en la agenda de las instituciones involucradas en la problemática del sector ladrillero de América Latina.

Reto 3 “Integración de actores”: Integrar, involucrar y coordinar son acciones que deben estar al frente del desarrollo sostenible de cualquier sector industrial, ya que en él participan muchos y muy diferentes actores de mercado y niveles de gobierno. No se puede normar sin involucrar al sector privado, y el sector privado no puede tecnificarse si las reglas no son claras. El salto tecnológico implica un enorme esfuerzo para todos: productores, consumidores, proveedores de tecnologías, tomadores de decisión, el sistema financiero, universidades, centros de investigación y los gobiernos nacionales y subnacionales (Coalición, Clima y aire limpio, 2016. Manual de capacitación sector ladrillero en América Latina).

### 6.13 Ecoetiquetas relacionadas

El etiquetado de un material se ha convertido en una herramienta de gestión ambiental para la protección del medio ambiente mediante cambios tecnológicos cuyo objetivo consiste en lograr que los materiales sean menos contaminantes y permite informar al consumidor que el producto fue fabricado cumpliendo ciertas exigencias ambientales, reduciendo impactos negativos para el entorno. Además de lo anterior, los etiquetados ecológicos son un conjunto de herramientas voluntarias que intentan impulsar la demanda de productos en el sector de la construcción y servicios con menores cargas ambientales, ofreciendo información certera sobre el ciclo de vida de los materiales en las etapas de extracción, fabricación y comercialización. Otorgando e informando a los compradores sobre la calidad ambiental que tiene el producto.

Según las normas ISO, las Ecoetiquetas se dividen en 3 tipos (Figura 16):

Tipo I: Basada en la norma ISO 14024.

Tipo II: Basada en la norma ISO 14021.

Tipo III: Basada en la norma ISO 14025.

ISO 14020 Etiquetas Ecológicas y declaraciones medioambientales. Principios	ETIQUETADO TIPO I Ecoetiquetas	ETIQUETADO TIPO II Auto-declaraciones ambientales	ETIQUETADO TIPO III Declaración ambiental de producto Environmental product declaration
NORMA ISO	ISO 14024	ISO 14021	ISO 14025 (UNE 150.025:2003_ISO 14.025)
SIGNIFICADO	El producto que la lleva cumple con unos requisitos ambientales predefinidos, consensuados por entidades reconocidas y de acceso públicos.	El fabricante hace sus propias etiquetas medioambientales, i forma de símbolos o gráficos, definiendo sus propios criterios MA.	Informe técnico que resume los datos más significativos del comportamiento ambiental de un producto.
IDENTIFICA PRODUCTOS «ECOLÓGICOS»	SÍ	SÍ, pero no con un alcance tan amplio como las tipo I.	NO
ABARCA TODO EL CICLO DE VIDA	SÍ	NO	SÍ
VERIFICACIÓN / CERTIFICACIÓN	* Verificación: obligatoria > Tercera parte independiente * Certificación: sí (3ª parte)	* Verificación: obligatoria > Tercera parte independiente * Certificación: sí (propia)	* Verificación: obligatoria > Tercera parte independiente * Certificación: voluntaria (3.ª part
CREDIBILIDAD	ALTA	MEDIA	ALTA
EXIGENCIA DE CUMPLIR UNOS REQUISITOS / CRITERIOS AMBIENTALES	SÍ	VOLUNTARIO Generales y/o Específicos	NO
CANTIDAD DE INFORMACIÓN AMBIENTAL MOSTRADA	POCA	VARIABLE	MUCHA
COSTE	MEDIO / ALTO	MEDIO	ALTO
RECONOCIMIENTO	* CLIENTE (B2B): ALTO * CONSUMIDOR (B2C): BAJO El Objetivo es premiar los productos «Best in Class»	* CLIENTE (B2B): MEDIO * CONSUMIDOR (B2C): ALTO Puede acabar siendo «imagen de marca	* CLIENTE (B2B): ALTO * CONSUMIDOR (B2C): BAJO Información técnica que no llega al consumidor final del producto
EJEMPLOS DE CERTIFICADOS			

Figura 16. Tipos de ecoetiquetas (Jarama Pulla y Uzha Criollo, 2016)

### 6.13.1 El Sello Ambiental Colombiano

Esta etiqueta ecológica consiste en un distintivo o sello que se obtiene de forma voluntaria, otorgado por una institución independiente denominada "organismo de certificación" (debidamente acreditada por el Organismo Nacional de Acreditación -ONAC y autorizado por la Autoridad de Licencias Ambientales- ANLA) y que puede portar un bien o un servicio que cumpla con unos requisitos preestablecidos para su categoría (Figura 17).

El uso del SAC es voluntario, lo que significa que los interesados en que sus bienes o servicios porten esta etiqueta pueden solicitarla. Portar el Sello Ambiental Colombiano debe ser

considerado por los productores o prestadores de servicios como una estrategia comercial y una ventaja competitiva; y por los consumidores como un valor agregado frente a otros bienes o servicios que no cuentan con este instrumento. Para asegurar la credibilidad, independencia, y sostenibilidad económica del Sello, el programa funciona apoyado en una estructura que responde a las disposiciones del Subsistema Nacional de la Calidad y a las Normas ISO 1402, relativas a las etiquetas y declaraciones ecológicas.



Figura 17. Sello Ambiental Colombiano. (Ministerio de medio ambiente y desarrollo, 2017.)

### 6.13.2 NTC 6033

Actualmente la Norma Técnica Colombiana (NTC) 6033 “Etiquetas ambientales tipo I. Sello ambiental colombiano (SAC), rige los criterios ambientales para los ladrillos y bloques de arcilla”.

Esta norma fue desarrollada por ICONTEC y ratificada por el Consejo Directivo de 2013-11-20, está sujeta a ser actualizada permanentemente con el objeto de responder en todo momento a las necesidades y exigencias actuales.

La NTC 6033 se enmarca en la implementación del esquema del Sello Ambiental Colombiano (SAC) y se basa en los principios fundamentales de la NTC-ISO 14024 “Etiquetas y declaraciones ambientales. Etiqueta ambiental tipo I. Principios y procedimientos” y tiene un enfoque integral del producto, es decir, cubre según su aplicación, desde la extracción del recurso natural o materia prima, diseño, manufactura, embalaje, mercadeo, prestación de servicios, distribución, venta, uso y disposición final, resaltando el uso racional de recursos, ahorro y uso eficiente del agua y energía, reciclaje y reducción de generación de residuos, entre otros. Se espera que los fabricantes de ladrillos y bloques de arcilla respondan a los requisitos ambientales y les permita demostrar que sus productos cumplen las exigencias de los mercados verdes.

El Sello Ambiental Colombiano SAC para los ladrillos y bloques de arcilla pretende ser un instrumento de competitividad para el sector, busca implementar mejores prácticas para la extracción de materiales y un uso más sostenible de los recursos en la fabricación de los mismos (Ministerio de ambiente y desarrollo sostenible, noviembre de 2013. Norma Técnica Colombiana NTC 6033. Etiquetas ambientales tipo I, Sello ambiental colombiano (SAC). Criterios ambientales para ladrillos y bloques de arcilla)

### 6.13.3 Otras ecoetiquetas a nivel internacional

Tabla 6. Otras ecoetiquetas a nivel internacional (Instituto de tecnología cerámica, 2009)

<b>Programa</b>		<b>Categorías del producto</b>
Ecomark (Japón)		Baldosas y ladrillos. Materiales de construcción con contenido en material reciclado
China ecolabelling		Sanitarios cerámicos. Ladrillos y bloques para arquitectura. Vajillas
Etiqueta Ecológica Europea		Baldosas cerámicas. Terrazo. Adoquines cerámicos. Aglomerados. Baldosas de hormigón.

## 7. CONCLUSIONES

- El sector ladrillero es uno de los sectores que posee grandes responsabilidades en la generación aspectos e impactos ambientales, principalmente por la extracción de materias primas, hornos poco eficientes, uso de combustibles altamente contaminantes y la generación de gases efecto invernadero, además que su demanda es proporcional a la demanda del sector de la construcción a nivel mundial. Por lo anterior, se vienen desarrollando a nivel nacional e internacional políticas en relación a la producción y consumo sostenible de bienes y servicios que impulsen no solo al sector sino a todos los implicados de la cadena productiva, a adoptar y desarrollar programas de sostenibilidad y competitividad.

- Colombia es uno de los líderes a nivel latinoamericano en adoptar normas de etiquetados en el sector ladrillero como es el caso de la NTC6033, que se enmarca en la implementación del esquema del Sello Ambiental Colombiano cuyo propósito es promover la oferta y demanda de productos y servicios que causen menor impacto al medio ambiente mediante la comunicación de información verificable, exacta y no engañosa sobre aspectos ambientales de dichos productos.

- Además de la creación de normas que busquen disminuir los impactos y aspectos ambientales en el proceso productivo de los ladrillos, también es importante socializar dichas políticas para crear conciencia de producción más limpia y eficiente en el sector.

- La adopción de los criterios ambientales del presente trabajo, puede tener éxito siempre y cuando, tanto productores como consumidores de ladrillos promuevan la producción, comercialización y uso de productos con menor impacto ambiental en su ciclo de vida.

## 8. RECOMENDACIONES

- El perfil técnico ambiental (PTA) para los ladrillos que se encuentra en el presente documento, e aplicable tanto para las empresas explotadoras de materias primas, productores, consumidores (sector de la producción) y demás involucrados en el ciclo de vida de este producto.
- Las empresas consumidoras del producto deberán replantear cada uno de sus procedimientos utilizados para seleccionar sus proveedores, teniendo en cuenta los criterios ambientales, técnicos y económicos, enfocados en la reducción de los impactos ambientales generados, implementación de planes de manejo y el uso de insumos y equipos más eficientes y menos perjudiciales para la salud de sus empleados y para el ambiente.
- Se recomienda que las empresas interesadas en implementar el Presente PTA, realicen un análisis específico que les permita identificar dichos criterios con más exactitud y se encarguen de socializarlo con cada uno de sus empleados para que reconozcan su importancia en el proceso y sus beneficios a futuro.
- Los criterios de sostenibilidad expuestos podrán ser implementados paulatinamente, según la capacidad de cumplimiento de cada empresa (recurso económico principalmente) y las exigencias del mercado.

- Las empresas involucradas en el ciclo de vida del producto y que deseen implementar los criterios establecidos en el presente documento, deberán enfocarse en las exigencias del mercado, en el cumplimiento de la normatividad colombiana y las ecoetiquetas nacionales e internacionales referenciadas en el presente documento, principalmente la NTC 6033.
- El comprador del producto deberá exigir a su proveedor las recomendaciones de uso eficiente del producto, almacenamiento y disposición final de los mismos.
- Se le recomienda al productor, utilizar energías renovables en los procesos de secado y cocción del producto, tales como biomasa residual o biogás, además del uso racional y eficiente de la energía y la utilización de energías alternativas en los diferentes procesos.

## 9. BIBLIOGRAFÍA

UNFPA – U. Externado, 2007. Distribución poblacional en el territorio y relaciones urbano – regionales. Recuperado en mayo de 2017 de <https://geoportal.dane.gov.co/atlasestadistico/pages/tome01/tm01itm23.html>

ANDI, 2016. Colombia, Balance 2016 y perspectivas 2017, página 39. Recuperado de <http://www.andi.com.co/SitEco/Documents/ANDI-Balance%202016-Perspectivas%202017.pdf>

Departamento administrativo nacional de estadística DANE, junio 30 de 2017. Indicadores económicos alrededor de la construcción, Página 7. Recuperado en julio de 2017 de [http://www.dane.gov.co/files/investigaciones/boletines/pib\\_const/Bol\\_ieac\\_Itrim17.pdf](http://www.dane.gov.co/files/investigaciones/boletines/pib_const/Bol_ieac_Itrim17.pdf)

Ministerio de ambiente y desarrollo sostenible, 2012. Criterios ambientales para el diseño y construcción de vivienda urbana, Página 7. Recuperado en junio de 2017 de [http://www.minambiente.gov.co/images/AsuntosambientalesySectorialyUrbana/pdf/Sello\\_ambiental\\_colombiano/cartilla\\_criterios\\_amb\\_diseno\\_construc.pdf](http://www.minambiente.gov.co/images/AsuntosambientalesySectorialyUrbana/pdf/Sello_ambiental_colombiano/cartilla_criterios_amb_diseno_construc.pdf)

Arias Almeida, 2016. Perfil técnico ambiental para el sistema de aire acondicionado en ingeniería especializada S.A, Página 12. Recuperado en junio de 2017 de [https://repository.upb.edu.co/bitstream/handle/20.500.11912/2909/PerfilT%C3%A9cnicoAmb%20Aire%20Acondicionado%20IEB\\_Juan%20C%C3%A1rlosArias%20Almeida.pdf?sequence=1](https://repository.upb.edu.co/bitstream/handle/20.500.11912/2909/PerfilT%C3%A9cnicoAmb%20Aire%20Acondicionado%20IEB_Juan%20C%C3%A1rlosArias%20Almeida.pdf?sequence=1)

SGS Academy S.A, 2012. Aspectos e impactos ambientales, Página 3. Recuperado en agosto de 2017 de [http://ambientebogota.gov.co/c/document\\_library/get\\_file?uuid=1c697920-c8b1-4425-8952-1b16718a223b&groupId=24732](http://ambientebogota.gov.co/c/document_library/get_file?uuid=1c697920-c8b1-4425-8952-1b16718a223b&groupId=24732)

Instituto superior del medio ambiente, 2017. Análisis del ciclo de vida: conceptos y metodología. Recuperado en julio de 2017 de <http://www.ismedioambiente.com/programas-formativos/analisis-del-ciclo-de-vida-conceptos-y-metodologia>

Secretaría de medio ambiente y recursos naturales, Criterios de sostenibilidad. Recuperado en julio de 2017 de <http://www.semarnat.gob.mx/temas/pycs/Paginas/criterios.aspx>

Definición de proceso productivo. Recuperado en agosto de 2017 de <https://definicion.mx/proceso-productivo/>

En Colombia, Título I de la Ley 09 de 1979 y el Decreto Ley 2811 de 1974, en cuanto a emisiones atmosféricas – Decreto 0002 82. Recuperado en agosto de 2017 de <https://encolombia.com/medio-ambiente/normas-a/hume-decreto000282/>

Ministerio de relaciones exteriores, Reino de los países bajos, Recuperado en junio de 2017 de <http://www.comprasresponsables.org/adjuntos/Eco-etiquetado.pdf>

Trade map, 2016. Recuperado en mayo de 2017 de <http://www.trademap.org/Index.aspx>

Coalición, Clima y aire limpio, 2016. Manual de capacitación sector ladrillero en América Latina, Páginas 12, 13, 16, 17, 24, 36 y 45. Recuperado en junio de 2017 de [http://www.swisscontact.org/fileadmin/user\\_upload/COUNTRIES/Peru/Documents/Publications/Manual\\_capacitacion\\_sector\\_ladrillero.pdf](http://www.swisscontact.org/fileadmin/user_upload/COUNTRIES/Peru/Documents/Publications/Manual_capacitacion_sector_ladrillero.pdf)

Casa gres, revista en obra, edición en arcilla. Panorama de la arcilla en Colombia. Recuperado en mayo de 2017 de <http://www.casagres.com/panorama-de-la-arcilla-en-colombia-revista-en-obra-edicion-en-arcilla>

Ladrillos – España, 2013. Como se fabrican los ladrillos. Recuperado en mayo de 2017 de <http://ladrillos.es/como-se-fabrican-los-ladrillos/>

Alarcón Marín y Burgos Panqueva, 2015. Plan de manejo ambiental para la ladrillera El Santuario. Recuperado en julio de 2017 de <http://repository.udistrital.edu.co/bitstream/11349/3484/1/PLAN%20DE%20MANEJO%20AMBIENTAL%20PARA%20LA%20LADRILLERA%20EL%20SANTUARIO.pdf>

El Colombiano, mayo de 2016. Ladrilleras, a controlar su contaminación al máximo. Recuperado en junio de 2017 de <http://www.elcolombiano.com/blogs/malala/ladrilleras-a-controlar-su-contaminacion-al-maximo/2773>

Ladrilleras de Colombia, marzo de 2013. Permisos para la operación de ladrilleras de Colombia. Recuperado en mayo de 2017 de <http://ladricol.blogspot.com/>

Ministerio de minas y energía, 2013 Explotación de materiales de construcción “Canteras y material de arrastre”. Recuperado en agosto de 2017 de <https://www.minminas.gov.co/documents/10180/169095/EXPLORACION+DE+MATERIALES.pdf/fc129902-1523-4764-9a05-755e3bb7896e>

Jarama Pulla y Uzhca Criollo, 2016. Ecoetiquetas para materiales de construcción en mampostería de la ciudad de Cuenca. Recuperado en agosto de 2017 de [file:///C:/Users/cjimenc/Downloads/Tesis\\_ECOETIQUETAS%20PARA%20MATERIALES%2](file:///C:/Users/cjimenc/Downloads/Tesis_ECOETIQUETAS%20PARA%20MATERIALES%2)

ODE%20CONSTRUCCI%C3%93N%20EN%20MAMPOSTER%C3%8DA%20DE%20LA%20CIUDAD%20DE%20CUENCA\_LUIS%20JARAMA\_BORIS%20UZHCA%20(1).pdf

Ministerio de medio ambiente y desarrollo, 2017. Sello ambiental colombiano. Recuperado en agosto de 2017 de <http://www.minambiente.gov.co/index.php/component/content/article/366-plantilla-asuntos-ambientales-y-sectorial-y-urbana-19#comó-opera-el-sac>

Ministerio de ambiente y desarrollo sostenible, noviembre de 2013. Norma Técnica Colombiana NTC 6033. Etiquetas ambientales tipo I, Sello ambiental colombiano (SAC). Criterios ambientales para ladrillos y bloques de arcilla. Recuperado en junio de 2017 de [http://www.minambiente.gov.co/images/normativa/Otros/NTC/2013/NTC\\_6033\\_2013.pdf](http://www.minambiente.gov.co/images/normativa/Otros/NTC/2013/NTC_6033_2013.pdf)

Instituto de tecnología cerámica, 2009. Etiquetas ecológicas en el sector cerámico. Recuperado en agosto de 2017 de [https://www.cma.gva.es/comunes\\_asp/documentos/agenda/val/62402-ecoetiquetas%20cer%C3%A1mica.pdf](https://www.cma.gva.es/comunes_asp/documentos/agenda/val/62402-ecoetiquetas%20cer%C3%A1mica.pdf)

Casado Piñeiro, 2005. Procesos de producción más limpia en ladrilleras de Arequipa y Cusco. Recuperado en mayo de 2017 de <http://www.ambientalex.info/infoCT/Proprolimladarecuspe.pdf>