



DEPARTAMENTO DE POSGRADOS

MAESTRIA EN GESTIÓN DE MANTENIMIENTO

Establecimiento y análisis de la línea base ambiental del sector manufacturero “empresas hormigoneras” de la ciudad de Azogues y planteamiento de alternativas de producción más limpia.

**Trabajo de graduación previo a la obtención de título de
Magister en Gestión de Mantenimiento**

Autor:

Ing. Juan Andrés Sacoto Sacoto

Director:

Iván Coronel Coronel PhD.

Cuenca, Ecuador

2017

Agradecimiento

Mi agradecimiento al personal docente de posgrados y de manera especial a mi tutor de tesis el Doctor Iván Coronel; quien con sus conocimientos y dedicación me brindo todo su apoyo para la culminación de esta investigación.

Dedicatoria

Dedico este trabajo de investigación a Dios y la Virgen por darme la fortaleza para culminar esta etapa de mi vida. A mis padres y hermanos por ser el pilar fundamental y mi apoyo en todo momento.

Resumen

El objetivo de esta investigación es establecer y analizar la línea base ambiental del sector manufacturero de hormigón premezclado de la ciudad de Azogues, posterior al análisis se propone alternativas de producción más limpia, pues es un sector que necesita mejoras para el cuidado del medio ambiente.

En la investigación, se realizó un diagnóstico inicial a las empresas Hormigones Guapán y Hormicenter Cía. Ltda., a través de la observación directa de los procesos y entrevistas al personal.

En este diagnóstico se estableció y analizó, las emisiones como ruido y material particulado, además de los efluentes y finalmente los residuos y desechos sólidos generados en cada una de las empresas.

Bajo este contexto de producción más limpia y luego de la comparación de estas variables en las empresas, se determinó que las mismas requieren ser mitigadas o eliminadas, es por eso que se propone alternativas de producción más limpia con el fin de que las empresas del sector se acojan e implementen.

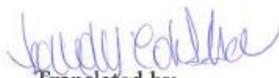
Palabras Claves: Efluentes, Material particulado, Plantas hormigoneras, Producción más limpia, Residuos y desechos sólidos, Ruido.

Abstract

The objective of this research was to establish and analyze the environmental baseline of the premixed concrete manufacturing sector of Azogues. After this analysis, cleaner production alternatives were proposed, as this sector needs improvement for the care of the environment. An initial diagnosis to *Hormigones Guapán* and *Hormicenter Cía. Ltda.* Companies was carried out through direct observation of their processes and interviews to the personnel. Through this diagnosis, it was possible to establish and analyze emissions, such as noise, particulate matter and effluents, as well as solid waste and waste generated in each of the companies. Under this cleaner production context, and after comparing these variables, it was determined that they need to be mitigated or eliminated. Hence, this study proposed cleaner production alternatives in order for companies in the sector to welcome and implement them.

Keywords: effluents, particulate matter, concrete mixer plants, cleaner production, solid wastes and wastes, noise.




Translated by,
Lic. Lourdes Crespo

INDICE

Caratula.....	i
Agradecimiento	ii
Dedicatoria	iii
Resumen	iv
Abstract	v
INDICE	vi
1. Introducción.....	1
2. Materiales y métodos.....	3
2.1 Marco Teórico	3
2.1.1. Glosario de términos	3
2.1.2. Antecedentes del sector.....	4
2.1.3. Ubicación.....	5
2.1.4. Proceso de producción del hormigón premezclado.....	5
2.1.5. Tipos de plantas industriales productoras de hormigón.	6
2.1.6. Producción más limpia.....	6
2.1.7. Beneficios de la producción más limpia.....	7
2.1.8. Que son los desechos y emisiones.....	7
2.1.9. Generación de emisiones y residuos en el proceso de producción.	8
2.1.10. Sistema de gestión ambiental ISO 14001.....	8
2.1.10.1. Interrelación con la generación de emisiones y residuos.	9
2.1.11. Metodología para el análisis de PML en el sector de las plantas de hormigón premezclado.....	10
2.1.11.1. Planeación y organización	10
2.1.11.2. Recolección de datos.....	11
2.1.11.3. Identificación y priorización de las oportunidades de producción más limpia.....	12
2.1.12. Procedimiento para cuantificación de emisiones.....	13
2.1.12.1. Ruido	13
2.1.12.2. Material particulado	13

2.1.13.	Procedimiento para cuantificación de efluentes.	14
2.1.14.	Procedimiento para cuantificación de desechos sólidos.	15
2.2.	Marco Metodológico.....	15
3.	Resultados.	16
3.1.	Descripción de las áreas.....	16
3.1.1.	Área de producción.	16
3.1.2.	Área de calidad.	16
3.1.3.	Área de mantenimiento.	17
3.2.	Diagramas de flujo.	18
3.3.	Establecimiento y análisis de los aspectos ambientales.	20
3.3.1.	Emisiones.....	20
3.3.1.1.	Ruido.	20
3.3.1.2.	Material particulado.	28
3.3.2.	Efluentes.	35
3.3.3.	Residuos sólidos.	44
4.	Discusión.....	53
4.1.	Planteamiento de alternativas de P+L.	54
5.	Conclusiones.....	59
6.	Recomendaciones.	60
7.	Referencias bibliográficas.....	61

INDICE DE TABLAS

Tabla 1: Lugares de monitoreo de ruido.	23
Tabla 2: Factores causales de ruido en las empresas.	24
Tabla 3: Cuándo se genera ruido.	25
Tabla 4: Tiempos de subciclos de cada operación.	27
Tabla 5: Niveles de presión acústica en puntos monitoreados.	27
Tabla 6: Nivel de ruido equivalente.	27
Tabla 7: Personal responsable de generación de ruido.	28
Tabla 8: Concentración de material particulado en Hormigones Guapán.	34
Tabla 9: Concentración de material particulado en Hormicenter.	34
Tabla 10: Número de veces que se utiliza el recurso agua.	36
Tabla 11: Tiempos de lavado de mixers y bombas en Hormigones Guapán.	37
Tabla 12: Capacidad volumétrica de piscinas de curado en Hormigones Guapán.	39
Tabla 13: Tiempos de lavado de mixers y bombas en Hormicenter.	40
Tabla 14: Capacidad volumétrica de piscinas de curado en Hormicenter.	41
Tabla 15: Total en m ³ de efluentes generados en el proceso.	42
Tabla 16: Tratamiento actual de efluentes provenientes del proceso productivo.	43
Tabla 17: Factores causales de residuos sólidos.	44
Tabla 18: Cuando se genera residuos sólidos.	45
Tabla 19: Dimensiones y pesos de los cilindros confeccionados.	46
Tabla 20: Numero de ensayos realizados.	46
Tabla 21: Cantidad de residuos en kg provenientes de ensayos de rotura de cilindros.	47
Tabla 22: Cantidad de residuos en kg de hormigón no utilizado en la confección de cilindros.	47
Tabla 23: Cantidad de consumo de Brex en l.	48
Tabla 24: Cantidad de canecas vacías de Brex.	49
Tabla 25: Cantidad de residuos sólidos en kg provenientes de actividades de mantenimiento.	49
Tabla 26: Cantidad de residuos (lodos) provenientes de fosas de sedimentación.	50
Tabla 27: Cuadro comparativo del análisis de la línea base ambiental de las empresas hormigoneras de la ciudad de Azogues.	53
Tabla 28: Alternativas de PML para ruido.	55
Tabla 29: Alternativas de PML para material particulado.	56
Tabla 30: Alternativa de PML para efluentes o descargas del proceso productivo.	57
Tabla 31: Alternativa de PML para residuos sólidos.	58

INDICE DE FIGURAS

Figura 1: Puntos Monitoreados de Ruido Planta Hormigones Guapán.....	21
Figura 2: Puntos Monitoreados de Ruido Planta Hormi-Center.	22
Figura 3: Monitoreo de ruido en Hormigones Guapán.	25
Figura 4: Monitoreo de ruido en Hormicenter.	26
Figura 5: Instrumento de medición de ruido sonómetro.	26
Figura 6: Presencia de material particulado en hall de áridos Hormicenter.	29
Figura 7: Presencia de material particulado en hall de áridos Hormigones Guapán.	29
Figura 8: Presencia de polvo en abastecimiento de tolvas.	30
Figura 9: Material particulado en mezcladora Hormicenter.	30
Figura 10: Material particulado en mezcladora Hormigones Guapán.	31
Figura 11: Presencia de partículas por movimiento de volquetas/camiones.	31
Figura 12: Ubicación del Monitor de Aerosol en hall de áridos Hormigones Guapán.....	32
Figura 13: Ubicación del Monitor de Aerosol en hall de áridos Hormicenter.....	32
Figura 14: Ubicación del Monitor de Aerosol en planta Hormigones Guapán.....	33
Figura 15: Ubicación del Monitor de Aerosol en planta Hormicenter.	33
Figura 16: Equipo de monitoreo de material particulado.	34
Figura 17: Lavado de mixer en Hormigones Guapán.....	35
Figura 18: Lavado de mixer en Hormicenter Cía Ltda.....	36
Figura 19: Aplicación de método volumétrico.....	37
Figura 20: Fosa de agua reciclada en Hormigones Guapán.	43
Figura 21: Tanque de reciclaje de agua en Hormicenter.....	44
Figura 22: Residuos provenientes del ensayo de rotura.	47
Figura 23: Carretillas con hormigón sobrante.....	48
Figura 24: Contenedores de aditivos	48
Figura 25: Caneca de Brex.	49
Figura 26: Recipientes para reciclaje Hormigones Guapán.	49
Figura 27: Recipientes para reciclaje Hormicenter Cía Ltda.	50
Figura 28: Lodos extraídos en Hormigones Guapán.....	50
Figura 29: Lodos extraídos en Hormicenter Cía Ltda.....	51
Figura 30: Excedente de hormigón utilizado para mejoramiento de vía.	51
Figura 31: Contenedores de aditivos en zona de escombros.	52

1. Introducción.

Hoy en día el Ecuador, está comprometido con la conservación del medio ambiente, es así que dentro de la constitución en sus artículos establece lo siguiente; Art. 14.- Se reconoce el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice la sostenibilidad y el buen vivir, *sumak kawsay*; Art. 15.- El Estado promoverá, en el sector público y privado, el uso de tecnologías ambientalmente limpias y de energías alternativas no contaminantes y de bajo impacto... Art. 66, numeral 27.- Se reconoce y garantiza a las personas el derecho a vivir en un ambiente sano ecológicamente equilibrado, libre de contaminación y en armonía con la naturaleza; Art. 71, 3er inciso: El Estado incentivará a las personas naturales y jurídicas, y a los colectivos, para que protejan la naturaleza, y promoverá el respeto a todos los elementos que forman un ecosistema; Art 395 que, las políticas de gestión ambiental se aplicarán de manera transversal y serán de obligatorio cumplimiento por parte del Estado en todos sus niveles y por todas las personas naturales y jurídicas en el territorio nacional. El Estado garantizará la participación activa y permanente de las personas, comunidades, pueblos y nacionalidades afectadas, en la planificación, ejecución, y control de toda actividad que genere impactos ambientales; Art 396 establece que, cada uno de los actores de los procesos de producción, distribución, comercialización y uso de bienes o servicios asumirá la responsabilidad directa de prevenir cualquier impacto ambiental, de mitigar y reparar los daños que ha causado, y de mantener un sistema de control ambiental permanente. Art. 408, último inciso: El Estado garantizará que los mecanismos de producción, consumo y uso de los recursos naturales y la energía preserven y recuperen los ciclos naturales y permitan condiciones de vida con dignidad. Art. 413.- El Estado promoverá la eficiencia energética, el desarrollo y uso de prácticas y tecnologías ambientalmente limpias y sanas, así como de energías renovables, diversificadas, de bajo impacto y que no pongan en riesgo la soberanía alimentaria, el equilibrio ecológico de los ecosistemas ni el derecho al agua. (Constitución, 2008)

Además, la Ley de gestión ambiental establece en su Art. 2.- La gestión ambiental se sujeta a los principios de solidaridad, corresponsabilidad, cooperación, coordinación, reciclaje y reutilización de desechos, utilización de tecnologías alternativas ambientalmente sustentables y respecto a las culturas y prácticas tradicionales. (MAE, Ley de Gestión Ambiental, 2004)

Por otro lado el Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria TULAS, 2003, establece lo siguiente:

En su Libro VI, Anexo 1: Recurso agua 4.1.9 Criterios de calidad para aguas de uso industrial. Se entiende por uso industrial del agua su empleo en actividades como: Procesos industriales y/o manufactureros de transformación o explotación, así como aquellos conexos o complementarios; Generación de energía y Minería. Para el uso industrial, se deberán

observar los diferentes requisitos de calidad correspondientes a los respectivos procesos, aplicando el criterio de tecnología limpia que permitirá la reducción o eliminación de los residuos (que pueden ser sólidos, líquidos o gaseosos).

Libro VI, Anexo 2: Norma de calidad ambiental del recurso suelo 4.1.1. Prevención de la contaminación del recurso suelo; La prevención de la contaminación al recurso suelo se fundamenta en las buenas prácticas de manejo e ingeniería aplicada a cada uno de los procesos productivos. Se evitará trasladar el problema de contaminación de los recursos agua y aire al recurso suelo. 4.1.1.1 Sobre las actividades generadoras de desechos sólidos no peligrosos; toda actividad productiva que genere desechos sólidos no peligrosos, deberá implementar una política de reciclaje o reuso de los desechos. Si el reciclaje o reuso no es viable, los desechos deberán ser dispuestos de manera ambientalmente aceptable. Las industrias y proveedores de servicios deben llevar un registro de los desechos generados, indicando volumen y sitio de disposición de los mismos. Por ningún motivo se permite la disposición de desechos en áreas no aprobadas para el efecto por parte de la entidad ambiental de control. La entidad de aseo deberá propiciar el reuso y reciclaje de desechos sólidos no peligrosos, mediante campañas educativas dirigidas a la comunidad con tal fin, impulsando la reducción de la producción, mediante la aplicación de técnicas de producción más limpia.

Sin duda, con estas políticas medioambientales, el Ecuador busca el fortalecimiento y el apoyo a la conservación del medioambiente; la institución rectora es el ministerio del ambiente, que junto a personas naturales y jurídicas apuntalan a un crecimiento sostenible y sustentable respetando la biodiversidad y la naturaleza.

Las empresas del sector manufacturero tienden a emitir o generar mayor cantidad de residuos o desechos, en el caso específico empresas productoras de hormigón, ya que manejan materias primas, procesan y emiten residuos o desechos que pueden generar impactos ambientales, viéndose comprometida la salud del personal así como también la imagen y el desarrollo organizacional.

En consecuencia, por la aplicación y la amplia normativa reguladora en temas ambientales, es necesario realizar un análisis de los impactos generados en las empresas productoras de hormigón premezclado.

Es una investigación que parte de un análisis de la gestión respecto a temas ambientales dentro de este sector manufacturero, además se establece la línea base ambiental, es decir, un análisis integral de las emisiones y residuos generados dentro de los procesos operativos que se ejecutan y la reducción de la contaminación mediante el planteamiento de alternativas de producción más limpia.

Cabe recalcar que la investigación sirve a este sector manufacturero para apuntar por una certificación que otorga el Ministerio del Ambiente conocido como Punto Verde, o procesos limpios y además contribuye a la creación de bienes o servicios con un valor agregado.

2. Materiales y métodos.

Dentro de este capítulo se pone a consideración el marco teórico, que es parte fundamental para el desarrollo de la presente investigación. En esta parte, se exponen conceptos, modelos y toda la parte teórica relacionado con la investigación. Por otro lado, se consideró dentro de este capítulo el marco metodológico, es decir, el procedimiento a seguir, los lugares o situaciones que fueron objeto de estudio.

2.1 Marco Teórico

2.1.1. Glosario de términos

Según (Mogrovejo & Vivar, 2009), presentan una serie de definiciones relacionados al hormigón:

Absorción/humedad del hormigón.- Cantidad de agua retenida al interior de los agregados, antes de ingresar al proceso productivo.

Acelerante.- Aditivo incorporado a la mezcla, con el propósito de apresurar la iniciación y reducir la duración del proceso de fraguado.

Aditivo.- Material que no sea cemento, árido o agua utilizado eventualmente como un ingrediente del hormigón, y que se le añade antes o durante su mezclado, para modificar sus propiedades.

Áridos/Agregados.- Materia Prima: arena y grava, requerida para la fabricación de hormigón premezclado.

Asentamiento del hormigón.- Determina la facilidad de maniobra o manipuleo del hormigón, durante el transporte.

Bachada.- Volumen total de hormigón, contenido en el recipiente de la mezcla, que es mezclado a un mismo tiempo.

Brex.- Acido que posibilita retirar efectivamente residuos de concreto fraguados en las paredes de la pera.

Fraguado del hormigón.- Propiedad de endurecimiento del hormigón.

Granulometría de agregados.- Especificaciones inherentes a las características físicas de los áridos.

Guía de remisión.- Documento que garantiza la propiedad de un bien/servicio.

Hormigón premezclado.- Mezcla de cemento, áridos, agua, con o sin aditivos, dosificado y mezclado previamente, entregado en estado fresco listo para colocar en la obra.

Panel de control.- Software que tecnológicamente posibilita el flujo normal de operaciones derivadas del proceso productivo.

Pera o cuba.- Recipiente que permite almacenar hormigón para transportarlo.

Plastificante.- Aditivo que altera la consistencia de una mezcla y la hace más trabajable.

Resistencia a la compresión.- Mediciones sobre la base de pruebas derivadas de sometimiento de peso-fuerzas.

Retardante.- Aditivo que se incorpora a la mezcla con el fin de retardar su fraguado.

Tipo de vertido.- Mecanismo de descarga del hormigón, sea a través de su canaleta incorporada a la pera del camión mixer; o, a través de descarga mediante bomba, utilizando mangueras/tubos.

Trabajabilidad.- Capacidad que tiene el hormigón para adaptarse a las condiciones de traslado, colocación y compactación en el lugar definitivo de la obra.

Vehículo cisterna.- Automotor que permite, a través de un tanque de almacenamiento, transportar cemento al granel.

Vehículo mixer.- Unidad automotriz para el transporte de hormigón.

2.1.2. Antecedentes del sector.

Existen en el sector manufacturero de la ciudad de Azogues dos empresas dedicadas a la elaboración y distribución de hormigón premezclado, estas son Hormigones Guapán y Hormicenter Cía. Ltda.

Son empresas muy sustanciales ya que apoyan al desarrollo local y nacional, sobre todo al ser empresas que proveen un material importante como es el hormigón al sector de la construcción.

Las empresas operan de manera regular, con todos los permisos que establece la ley, desde alrededor de cinco años en el caso de la empresa Hormicenter, y de aproximadamente diez años Hormigones Guapán. Son empresas que operan bajo recursos privados, manteniendo una nómina de personal acorde a las necesidades, además de contar con todos los equipos y maquinarias para brindar un excelente servicio y proveer un producto con los más altos estándares de calidad conforme a las exigencias de los clientes.

Tanto, Hormigones Guapán como Hormicenter tienen un volumen de producción fluctuante entre 80 y 120 m³ de hormigón, establecido en sus diferentes diseños y dosificaciones, sin embargo partiendo de estos valores se establece un volumen de producción diaria aproximadamente de 100 m³, los mismos que son fabricados dentro de sus plantas mezcladoras.

En el tema ambiental, al ser un sector manufacturero, genera emisiones y residuos dentro de su proceso, los mismos que tienen un impacto negativo sobre la salud del personal, la

calidad de sus productos y el medio ambiente, por otro lado, este sector no ha implementado el sistema de gestión ambiental lo que ha generado una ineficiencia en el manejo de recursos y un inadecuado control y tratamiento de emisiones/residuos.

2.1.3. Ubicación.

Hormigones Guapán se encuentra localizada en la vía Azogues-Cuenca en la panamericana norte, sector el Descanso, y Hormicenter Cía Ltda, se encuentra localizada en la vía Azogues-Cuenca en la panamericana sur, sector El Cisne parroquia Javier Loyola.

Las empresas se encuentran ubicadas en lugares estratégicos para cubrir la demanda existente tanto en la ciudad de Azogues y sus cantones así como también de la ciudad de Cuenca; además que su ubicación les facilita la compra y adquisición de materiales necesarios para la elaboración del hormigón.

2.1.4. Proceso de producción del hormigón premezclado.

Almacenamiento de materia prima:

Todo el proceso inicia con la recepción y acopio de materiales, los agregados finos (arenas) y agregados gruesos (grava) son transportados en automotores como volquetas y almacenados en los halles destinados para el fin; por otro lado el cemento es transportado mediante la utilización del vehículo cisterna, el cual descarga el cemento a granel a los silos.

Materiales como aditivos son almacenados en recipientes apropiados, que dotan los mismos proveedores de aditivos.

Almacenamiento en tolvas:

Esta actividad se realiza con la operación de una cargadora o pala mecánica, la cual recoge el material (áridos) y lo deposita dentro de las tolvas.

Dosificado:

Previa coordinación del plan de producción, se inicia con el dosificado, que variará de acuerdo al diseño del hormigón y el tipo de vertido.

En esta actividad el panelista, quien es el encargado de configurar en el software que utiliza, todas las características del hormigón que demanda el cliente.

El software mediante red, se une con la parte mecánica, enviando señales a los sensores de peso a las tolvas, silos, dosificadores de agua y aditivos.

Transporte materias primas:

Recibido la señal, el material (áridos) se transportan mediante bandas o elevador de cangilones para ser depositados en la mezcladora.

De igual manera, para el transporte de los demás materiales desde los lugares de almacenamiento a la mezcladora.

Mezclado:

El proceso de mezclado, inicia con la recepción paulatina de cada materia prima, es decir, los materiales se van homogeneizando poco a poco para no dificultar la actividad de mezclado y conseguir un hormigón premezclado con mejores características.

Descarga en mixer:

Luego de un tiempo de premezclado el hormigón se deposita en las peras del vehículo mixer, las mismas que deben estar con una velocidad adecuada para no variar las características del producto final.

Despacho del hormigón:

Una vez el hormigón dentro de la cuba mezcladora del mixer, se toma muestras que servirán para la confección de cilindros.

Adicional, el panelista entrega la guía de remisión al chofer, donde constan todos los datos del cliente.

Finalmente el hormigón premezclado sale de planta listo para ser vertido en obra.

2.1.5. Tipos de plantas industriales productoras de hormigón.

El sector manufacturero en estudio tiene una característica importante en cuanto a su tecnología, específicamente en una unidad crítica que es el proceso de mezclado, en este sentido estas empresas han optado por implantar centrales mezcladoras de hormigón consiguiendo beneficios en el homogeneizado del producto, así como también la mitigación del impacto ambiental por concepto de polvo generado en dicho proceso.

“Cuando se habla de centrales mezcladoras de hormigón –no los dosificadores– un componente de la máquina adquiere vital importancia en la calidad de la producción: las mezcladoras. Es en su interior, y gracias a sus movimientos, la mezcla compuesta por cemento, arena, grava o piedra triturada más los aditivos que se transforma en el producto final, o sea, en hormigón. En este sentido, ese tipo de planta se diferencia de las centrales dosificadoras, que solo realizan la dosificación de los componentes del hormigón en el tambor de la hormigonera, donde se termina de hacer la mezcla.” (Mantenimiento y Tecnología, 2010)

2.1.6. Producción más limpia.

Según la Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial dentro de su manual de introducción a la producción más limpia, define la PML como sigue:

La Producción Más Limpia se define como la aplicación continua de una estrategia ambiental preventiva integrada a los procesos, productos y servicios para aumentar la eficiencia global y reducir los riesgos para los seres humanos y el medio ambiente.

En los procesos de producción, la Producción Más Limpia aborda el ahorro de materias primas y energía, la eliminación de materias primas tóxicas y la reducción en cantidades y toxicidad de desechos y emisiones.

En el desarrollo y diseño del producto, la Producción Más Limpia aborda la reducción de impactos negativos a lo largo del ciclo de vida del producto: desde la extracción de la materia prima hasta la disposición final.

En los servicios, la Producción Más Limpia aborda la incorporación de consideraciones ambientales en el diseño y entrega de los servicios.

2.1.7. Beneficios de la producción más limpia.

Según la Organización de Naciones Unidas para el desarrollo Industrial, en su manual de introducción a la producción más limpia, establece las siguientes ventajas y beneficios de la Producción Más Limpia.

- La PML presenta un potencial de soluciones para mejorar la eficiencia económica de la empresa pues contribuye a reducir la cantidad de materiales y energía usados.
- Debido a una exploración intensiva del proceso de producción, la minimización de desechos y emisiones generalmente induce un proceso de innovación dentro de la compañía.
- Puede asumirse la responsabilidad por el proceso de producción como un todo; los riesgos en el campo de responsabilidad ambiental y de eliminación de desechos pueden minimizarse.
- La minimización de desechos y emisiones es un paso hacia un desarrollo económico más sostenido.
- Evita los costos incrementados debido al tratamiento de desechos.
- Menos susceptible a los 'cuellos de botella' (espacio de eliminación, licencias de exportación, capacidades de incineración, etc.)
- Menos problemas debido a las obligaciones civiles.
- Mejor imagen.
- Menos protestas de los vecinos.

2.1.8. Que son los desechos y emisiones.

Según la Organización de Naciones Unidas para el desarrollo Industrial, en su manual de introducción a la producción más limpia, define los desechos y emisiones como sigue:

Los desechos y las emisiones son materias primas y materiales del proceso - en su mayoría adquiridos a muy alto costo - que no se han transformado en productos comerciables o en

materias primas para ser usados como insumo en otro proceso de producción. Incluyen todos los materiales sólidos, líquidos y gaseosos que se emiten al aire, agua o tierra, así como el ruido y el calor residual. El proceso de producción también comprende actividades que uno a menudo tiende a olvidar, como mantenimiento, reparación, limpieza así como el área de oficinas.

2.1.9. Generación de emisiones y residuos en el proceso de producción.

Según el Sistema Nacional de Información Ambiental de Chile manifiesta que, los grandes problemas ambientales asociados a la fabricación de productos de cemento y hormigón dicen relación con la emisión de material particulado, prácticamente como único polutante relacionado, con la generación de ruido y con algunas molestias a la comunidad como el flujo de camiones y su consecuente impacto vial y ambiental (aunque benéfico en relación al impacto que provocaría el transporte de materias primas, por separado, hasta las obras de construcción). Las principales fuentes de generación de contaminantes dentro del proceso productivo son: recepción de materias primas, mezclado, moldeado, fraguado y almacenamiento. La limpieza (lavado) y el transporte también son fuentes de contaminación. (Sistema Nacional de Información Ambiental, 1998)

2.1.10. Sistema de gestión ambiental ISO 14001.

La norma ISO 14001 es la norma internacional de sistemas de gestión ambiental (SGA), que proporciona a las organizaciones un marco de referencia sistemático para proteger el medio ambiente y responder a las condiciones ambientales cambiantes, en equilibrio con las necesidades socioeconómicas, mediante la especificación de requisitos para un sistema de gestión ambiental que posibilita que una organización mejore su desempeño ambiental mediante:

- El desarrollo e implementación de una política y objetivos ambientales;
- La identificación de aspectos de sus actividades, productos y servicios que puedan provocar impactos ambientales significativos;
- El establecimiento de procesos sistemáticos que consideren su contexto y que tengan en cuenta los aspectos ambientales significativos, el riesgo asociado con amenazas y oportunidades y sus obligaciones de cumplimiento;
- Una mayor toma de conciencia de su relación con el medio ambiente;
- El establecimiento de controles operacionales para gestionar sus aspectos ambientales significativos y sus obligaciones de cumplimiento;
- La evaluación del desempeño ambiental y la toma de acciones, según sea necesario.

Un enfoque sistemático a la gestión ambiental puede suministrar información a la alta dirección para alcanzar el éxito a largo plazo y crear opciones para contribuir al desarrollo sostenible mediante:

- La protección del medio ambiente, la prevención o reducción de impactos adversos al medio ambiente;
- La mitigación del impacto potencial adverso de las condiciones ambientales sobre la organización ;
- La asistencia en el cumplimiento de las obligaciones de cumplimiento;
- La mejora del desempeño ambiental;
- El control o la influencia sobre la forma en la que la organización diseña, fabrica, distribuye, consume y lleva a cabo la disposición final de productos o servicios, usando una perspectiva de ciclo de vida que pueda prevenir que las cargas ambientales cambien inadvertidamente a cualquier otro lugar dentro del ciclo;
- El logro de beneficios financieros y operacionales que puedan ser el resultado de implementar alternativas ambientales respetuosas con el medio ambiente que fortalezcan la posición de la organización en el mercado;
- La comunicación de la información ambiental a las partes interesadas pertinentes.
(ISO, 2015)

2.1.10.1. Interrelación con la generación de emisiones y residuos.

Dentro de la planificación del sistema de gestión, la norma ISO 14001, establece una base para identificar los aspectos ambientales y establecer los criterios con el fin de determinar los que pueden ser significativos.

Una organización debería identificar los aspectos ambientales que están dentro del alcance de su sistema de gestión ambiental, teniendo en cuenta las entradas y salidas asociadas con sus actividades, productos y servicios actuales y pasados pertinentes, desarrollos planificados o nuevos, o actividades, productos nuevos o modificados.

Cuando se pueden gestionar conjuntamente, no es necesario que las organizaciones consideren de forma individual cada producto, componente o materia prima; se pueden seleccionar categorías de actividades, productos y servicios para identificar y evaluar sus aspectos ambientales.

El enfoque seleccionado para la identificación de aspectos ambientales podría incluir:

- Las emisiones al aire;
- Los vertidos al agua;
- Las descargas al suelo;
- La generación de residuos o subproductos.

En todas las circunstancias es la organización la que determina el grado de control que está en capacidad de ejercer, los aspectos ambientales en los que puede influir y en qué medida decide ejercer alguna influencia.

Se deberían considerar los aspectos ambientales relacionados con las actividades, productos y servicios de la organización, tales como:

- El diseño y desarrollo de sus instalaciones, procesos, productos y servicios, incluido el desarrollo de productos y servicios con impacto ambiental negativo reducido;
- El uso de materias primas y recursos naturales;
- Los procesos operativos o de fabricación, incluido el almacenamiento;
- La operación y mantenimiento de las instalaciones; activos e infraestructura de la organización;
- El desempeño ambiental y las prácticas de contratistas y proveedores;
- La distribución de productos y la prestación de servicios, incluido el transporte;
- El almacenamiento, uso y tratamiento al finalizar la vida de los productos;
- La generación, gestión y disposición final de los residuos; incluidas la reutilización, la renovación y el reciclaje. (ISO, 2015)

2.1.11. Metodología para el análisis de PML en el sector de las plantas de hormigón premezclado.

Según la Corporación para la Investigación Socioeconómica y Tecnológica de Colombia, y otros, 2002, presentan la metodología para llevar a cabo un diagnóstico ambiental para la identificación y aprovechamiento de oportunidades de producción más limpia en las pyme.

2.1.11.1. Planeación y organización

- Establecer compromiso de estudio con gerentes y jefes de las empresas del sector.

Para poder establecer un compromiso y dar a conocer las ventajas de este análisis de PML dentro del sector; se mantuvo una reunión con cada uno de los responsables de las empresas a fin de obtener un resultado favorable y que se permita el correcto desarrollo del establecimiento y análisis de la línea base ambiental.

- Conocer los problemas/residuos del sector industrial.

En este punto se realizó una primera visita a las plantas industriales, donde se pudo constatar los recursos en cuanto a la tecnología que disponen, el personal, cuales son las áreas críticas donde existe presencia de emisiones/residuos y cómo es el proceso de producción del hormigón premezclado.

Dentro de este análisis, se estableció que las empresas cuentan con líneas de producción automatizadas, considerándose características importantes como el tipo de plantas, en este sentido, se pudo evidenciar que ambas empresas del sector disponen de plantas mezcladoras, que a diferencia de las plantas dosificadoras, son más eficientes al reducir el impacto ambiental por generación de polvo en la operación de dosificado, además de

agregar valor al producto debido a que existe la operación de mezclado o pre homogenización del hormigón antes del despacho en el vehículo mixer.

2.1.11.2. Recolección de datos

- Recoger información general de las empresas del sector.

Se realizó la recolección de información general de las empresas del sector basado en un cuestionario que sirvió como instrumento para entrevistar al personal de las empresas del sector y poder establecer los antecedentes, ubicación, además de la situación actual en el tema medioambiental del sector.

Modelo de encuesta (Corporación para la Investigación Socioeconómica y Tecnológica de Colombia, y otros, 2002)

1. Nombre de la empresa:.....
2. Tipo de actividad industrial:.....
3. Fecha de fundación:.....
4. Activos:.....
5. Número de empleados:.....
6. Numero de turnos:.....
7. Horas/días:.....
8. Área del predio:.....
9. Zona de ubicación de la empresa:

- Zona residencial
- Zona industrial
- Zona comercial
- Zona rural
- Zona urbana
- Áreas protegidas

10. ¿Qué rodea a la empresa?

- Casas residenciales
- Empresas de actividad industrial o de servicios
- Reservas naturales
- Ríos, lagunas, otros cuerpos de aguas

11. Tipos de productos/servicios

Tipo o nombre del producto	Unidad	Producción diaria

12. Equipos del proceso de producción.		
Nombre del equipo o maquinaria	Capacidad de la maquina	Cantidad
13. Requisitos legales.		
¿Han realizado mediciones de material particulado de su proceso de producción? SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>		
¿Han realizado mediciones de ruido de su proceso de producción? SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>		
¿Conocen el origen y la cantidad de aguas residuales de su proceso de producción? SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>		
¿Conocen el origen y la cantidad de residuos sólidos de su proceso de producción? SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>		
¿Tienen conocimiento de todos los requisitos legales que su organización debe cumplir? SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>		
14. Gestión Ambiental.		
¿Su organización tiene un sistema de gestión ambiental? SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>		

- Representar gráficamente el proceso de producción.

Se procedió a realizar el diseño de los diagramas de flujo de todas las áreas críticas que generan emisiones y residuos.

- Registrar las emisiones atmosféricas/ruido en el proceso de producción.
- Registrar las aguas residuales en el proceso de producción.
- Registrar los residuos sólidos generados en el proceso de producción.
- Diagnosticar el estado de buenas prácticas de operación.

Para el registro de emisiones como ruido y material particulado, aguas residuales y residuos sólidos, así como también el diagnóstico del estado de buenas prácticas de operación, se procedió a establecer una definición clara y concreta del tipo de emisión o residuo, lugar de generación, los factores causales de la generación, quien es el responsable de la generación de las emisiones o residuos, la cantidad y el tratamiento que actualmente las empresas de este sector están llevando a cabo.

2.1.11.3. Identificación y priorización de las oportunidades de producción más limpia.

En este punto, se identifican y priorizan oportunidades de PML en todas las áreas operativas, basados en el diagnóstico inicial, se procedió como sigue:

- Identificar las oportunidades de PML asociadas a las emisiones de ruido y material particulado del proceso de producción.
- Identificar las oportunidades de PML asociadas a las aguas residuales del proceso de producción.
- Identificar las oportunidades de PML asociadas a la generación de residuos sólidos del proceso de producción.

Posterior al análisis de los resultados e identificado las operaciones críticas, es conveniente proponer al alternativas de producción más limpia que eliminen o mitiguen los impactos ambientales.

2.1.12. Procedimiento para cuantificación de emisiones.

2.1.12.1. Ruido

El procedimiento para el monitoreo de ruido, empezó por definir el tipo de producción de las empresas, además de definir los tiempos de cada subciclos de cada operación que son fuentes de emisión de ruido, estos tiempos sirvieron para el cálculo de ruido equivalente.

Para la cuantificación, según el Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT), para el nivel de ruido equivalente se utiliza la fórmula de cálculo del nivel de ruido diario equivalente (NRDE)

$$NRDE = 10 \log 1/8 \{ \sum T_i \cdot 10^{(NPA/10)} \}$$

Donde;

Ti = Tiempo de cada subciclo

NPA= Nivel de Presión Acústica

Para la medición se utilizó un instrumento que es el sonómetro, calibrado en ponderación con escala A y respuesta lenta; el cual se ubicó a una distancia vertical de 1,5 m y a una distancia horizontal con respecto al foco de emisión de 1,2 m.

2.1.12.2. Material particulado

El procedimiento para la cuantificación de material particulado, en primera instancia se consideró y analizo los lugares o focos estratégicos donde existe la mayor presencia de material particulado.

Posterior, se utilizó como instrumento para la medición un medidor de aerosol con filtros para materiales para cuantificación de partículas en suspensión ambiental de tamaño 2,5 micrones y 10 micrones.

“La cantidad de materia retenida en el elemento de retención, expresada en miligramos, se obtiene como diferencia entre la pesada del elemento de retención posterior y previa al muestreo. A partir de dicha cantidad, y teniendo en cuenta el volumen de aire muestreado,

se obtiene la concentración de materia particulado en aire, en miligramos por metro cúbico.” (INSHT, Determinación de materia particulada, metodo gravimétrico, 2011)

2.1.13. Procedimiento para cuantificación de efluentes.

Para iniciar con el procedimiento para cuantificar los efluentes descargados dentro del proceso, fue necesario conocer una variable que es el caudal que sale de las mangueras que se utiliza. Para la medición del caudal o conocido también como aforo; se utilizó el método volumétrico. Este método se aplica cuando la corriente presenta una caída de agua, en la cual se pueda poner un recipiente con volumen conocido.

El recipiente se coloca bajo la corriente de tal manera que reciba todo el flujo de agua; al mismo tiempo se activa el cronómetro. En este proceso el cronómetro inicia en el instante en que el recipiente se introduce a la corriente y se detiene en el momento en que se retira de ella, o el balde se llena.

El caudal se calcula de la siguiente manera:

$$Caudal = \frac{Volumen\ capturado\ en\ litros}{Tiempo\ de\ llenado\ de\ balde\ en\ segundos} \frac{[l]}{[s]}$$

$$Q = \frac{V}{T}$$

Q = Caudal en litros por segundo, l/s

V = Volumen en litros, l

T = Tiempo en segundos, s

Este método tiene la ventaja de ser el más sencillo y confiable, siempre y cuando el lugar donde se realice el aforo garantice que al recipiente llegue todo el volumen de agua que pasa por la corriente. Se debe evitar la pérdida de agua en el momento de aforar. (Alejandro González, Juan Ramírez, Comunicaciones Corantioquia, Subdirección de Calidad Ambiental, Universidad de Medellín, Manuela Valencia, 2014)

Luego de conocer el caudal de las mangueras, es necesario identificar las operaciones donde se genera efluentes y tomar tiempos de dichas operaciones con el objetivo de establecer la cantidad de agua residual que se generó dentro del proceso productivo.

Básicamente el cálculo se lo realiza de la siguiente manera:

$$V = Q (Caudal) * T (Operación)$$

Donde;

V= Volumen de aguas residuales generadas en el proceso

Q= Caudal de la manguera

T= Tiempos de operaciones

Por otro lado, la cuantificación de aguas residuales de piscinas, se puede estimar el valor utilizando formulas de la figura geométrica, y así determinar el volumen de las aguas residuales.

2.1.14. Procedimiento para cuantificación de desechos sólidos.

Para la cuantificación de desechos sólidos, mediante la observación y entrevistas con el personal, se realizó un registro de los residuos sólidos generados cuantificando su masa mediante la utilización de una balanza electrónica y estimando los volúmenes generados.

2.2. Marco Metodológico

El sitio de estudio fue en las empresas productoras de hormigón premezclado de la ciudad de Azogues, específicamente en las empresas denominadas “Hormigones Guapán y Hormicenter”, las mismas que disponen de máquinas automatizadas, equipo caminero para transporte y distribución del producto, así como personal calificado para responder ante situaciones que se presenten dentro de las organizaciones y que aseguren la producción de las líneas y el servicio oportuno hacia el cliente.

La investigación es descriptiva por lo que el estudio se basó netamente en la observación de las plantas industriales, las líneas de procesos, su área de producción, también se realizó revisión bibliográfica respectiva, por otro lado en la investigación no se realizó ningún experimento, solamente observar, tomar datos de interés y realizar la investigación.

La investigación se centró en el análisis de generación de desechos y residuos en las áreas técnico operativas en planta, entre las empresas productoras de hormigón premezclado de la ciudad de Azogues, esto es debido a que las empresas disponen de líneas de producción similares en características, edad de equipos, y niveles de producción similares

La unidad de respuesta, es el caso, debido a que se realizó la determinación de los residuos, emisiones y desechos generados en este tipo de plantas industriales así como también las posibles alternativas para su mitigación.

La investigación se enmarco dentro de 3 variables; las emisiones de ruido y material particulado, los efluentes, y los residuos sólidos generados en las áreas de producción de estas plantas; las variables se enmarcaron dentro del contexto de análisis de la producción más limpia.

La metodología se centró en la observación en las áreas operativas que con ayuda de formatos adecuadamente formulados sirvieron para la recolección de todos los datos dentro de estas 3 variables, además se entrevistó a los responsables del proceso y todos los hallazgos se presentaron en tablas.

3. Resultados.

En este capítulo se realizó el establecimiento de la línea base ambiental del sector, se utilizó el procedimiento y modelo que fueron expuestos en el capítulo anterior. En primer lugar se hace un análisis de las áreas que conforman una empresa de este sector, posterior a esto se realizó flujogramas, que sirvieron de ayuda para poder identificar los residuos o emisiones dentro de las actividades en este sector empresarial. Finalmente se hace un análisis de las emisiones y residuos generados en el proceso productivo con el fin de establecer la línea base ambiental.

3.1. Descripción de las áreas.

3.1.1. Área de producción.

En el área de producción de estas empresas en estudio, se realizan actividades de bachado o la realización del hormigón premezclado en sus diferentes diseños y vertidos, los mismos que son de 180, 210, 240, 280, 300, 320, 350 y 450 kg/cm² de resistencia a la compresión.

En esta área se controla el ingreso y egreso de materiales, así como también el despacho y distribución del producto; por otro lado se informa sobre las condiciones de los equipos y maquinarias para el respectivo mantenimiento.

Para realizar el bachado el panelista utiliza un software especializado.

Por otro lado, el panelista coordina el plan de producción con los supervisores o jefes, así como también con choferes y personal.

Esta área tiene relación directa con el área de calidad, ya que existe una transferencia de información sobre los materiales a utilizar en el dosificado del hormigón.

3.1.2. Área de calidad.

En cuanto al personal; en el área de calidad, el encargado de laboratorio es el que realiza la toma de las muestras y medición de asentamiento del hormigón de cada camión mezclador.

En cuanto a las actividades, se realizan pruebas de las condiciones de humedad y granulometría de agregados que varían de acuerdo al tamaño del agregado pudiendo ser arena fina o gruesa, grava triturada $\frac{3}{4}$ o grava 1:1/2; además del control de temperatura de cemento, ensayos de dosificaciones con aditivos (plastificantes, retardantes), y, principalmente la confección, curado de especímenes y el ensayo destructivo de los cilindros.

Para el desarrollo de actividades se utiliza instrumentos como son el cono de Abram, balanzas, tamizadores, concreteiras, estufas y principalmente la prensa hidráulica.

Toda esta información sirve para mejorar y rediseñar nuevas dosificaciones.

3.1.3. Área de mantenimiento.

Las empresas de este sector tienen como eje fundamental el mantenimiento de sus unidades de transporte, así como también de toda su línea de producción.

En esta área, una actividad primordial es el lavado de las unidades de transporte, así como también de las bombas y otros activos.

Los responsables del lavado y mantener en condiciones aceptables el vehículo son los choferes, u operadores de maquinaria y equipo. Cuando se presenta algún desperfecto con algún vehículo u otro activo es responsabilidad de cada uno informar lo sucedido para dar paso al mantenimiento requerido.

Para las operaciones de limpieza se utiliza herramientas manuales o mecánicas si el caso lo amerita; así como también la utilización de agua y agentes químicos.

3.2. Diagramas de flujo.

Diagrama de flujo del área de producción. (Sacoto, 2014)

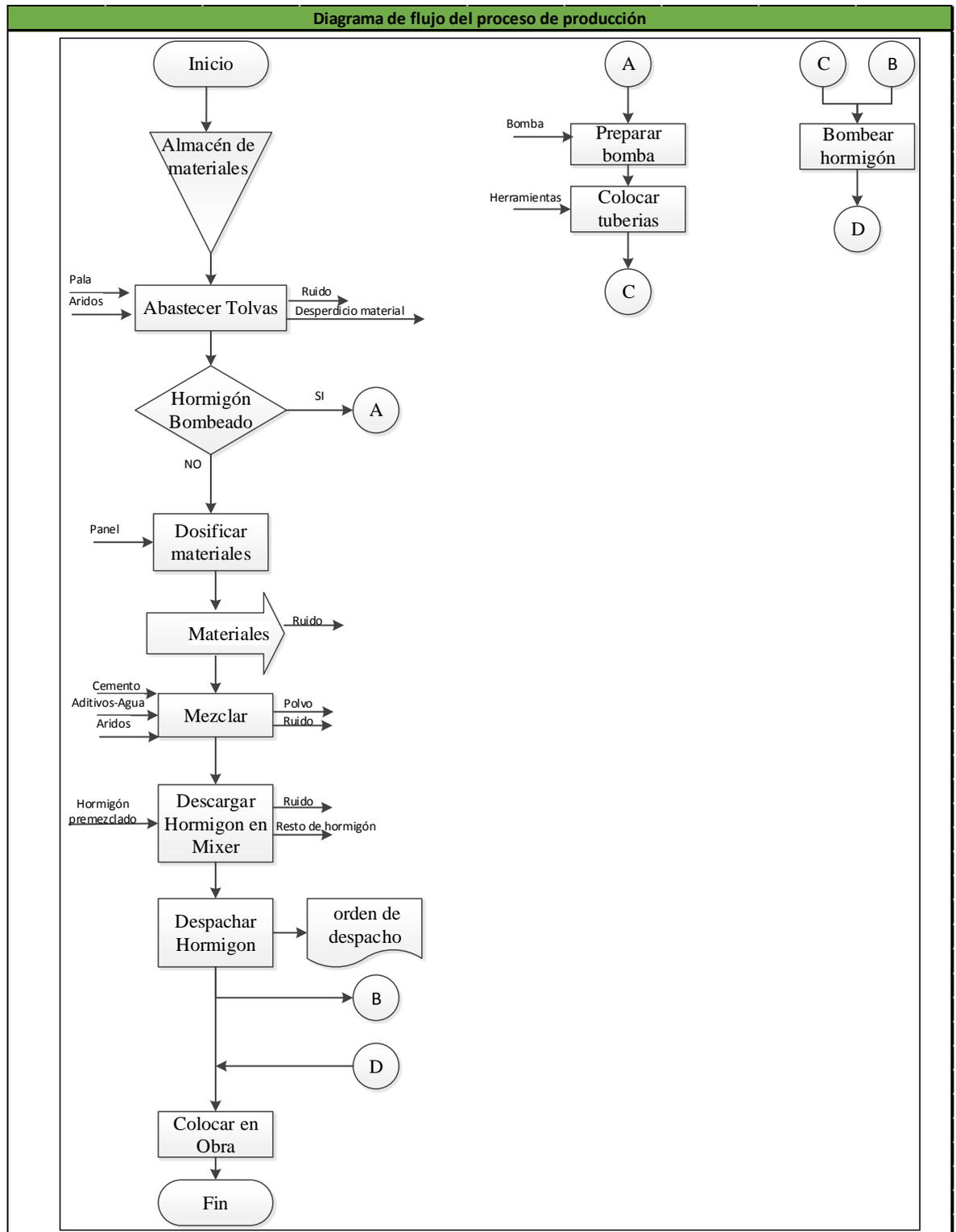


Diagrama de flujo del área de calidad. (Sacoto, 2014)

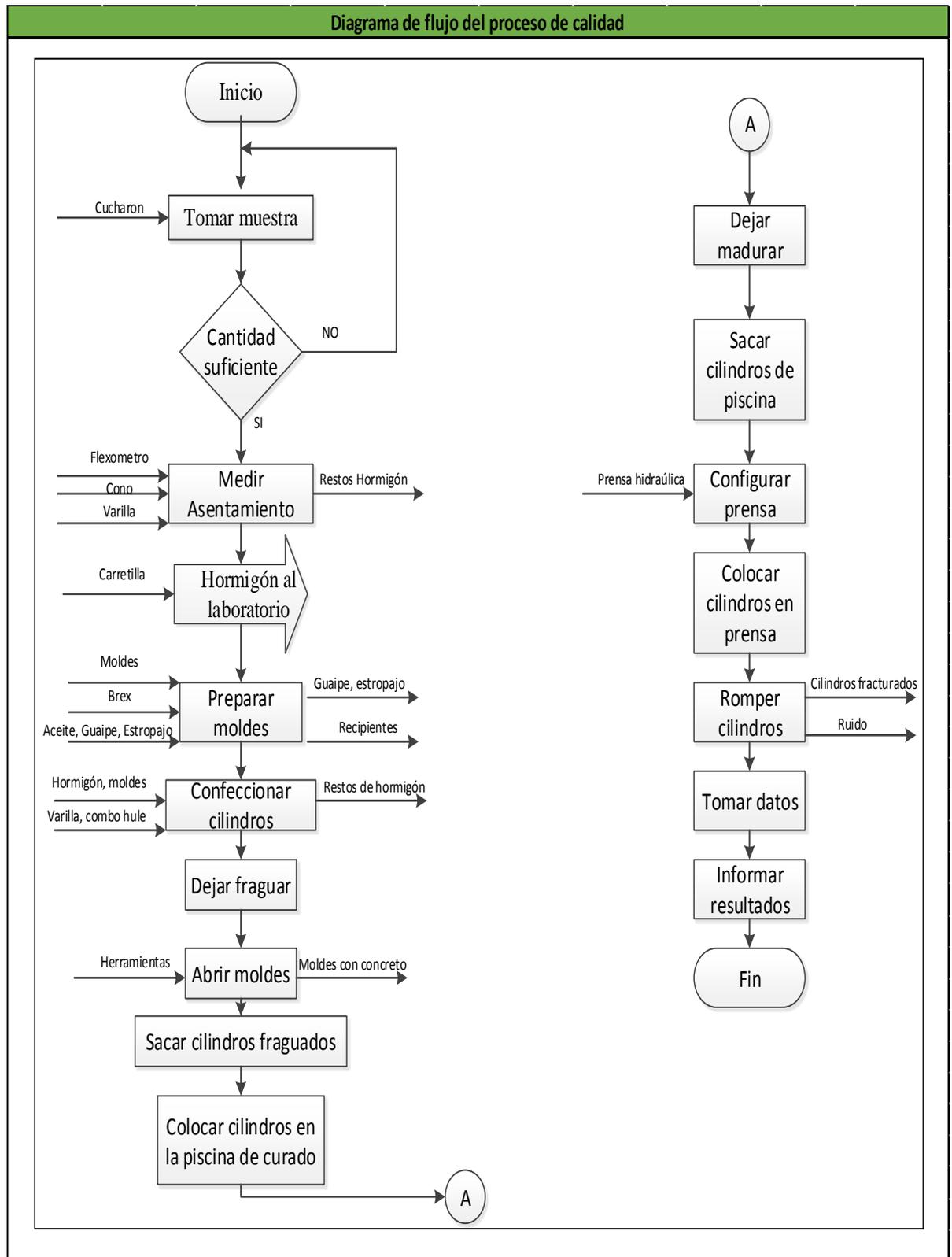
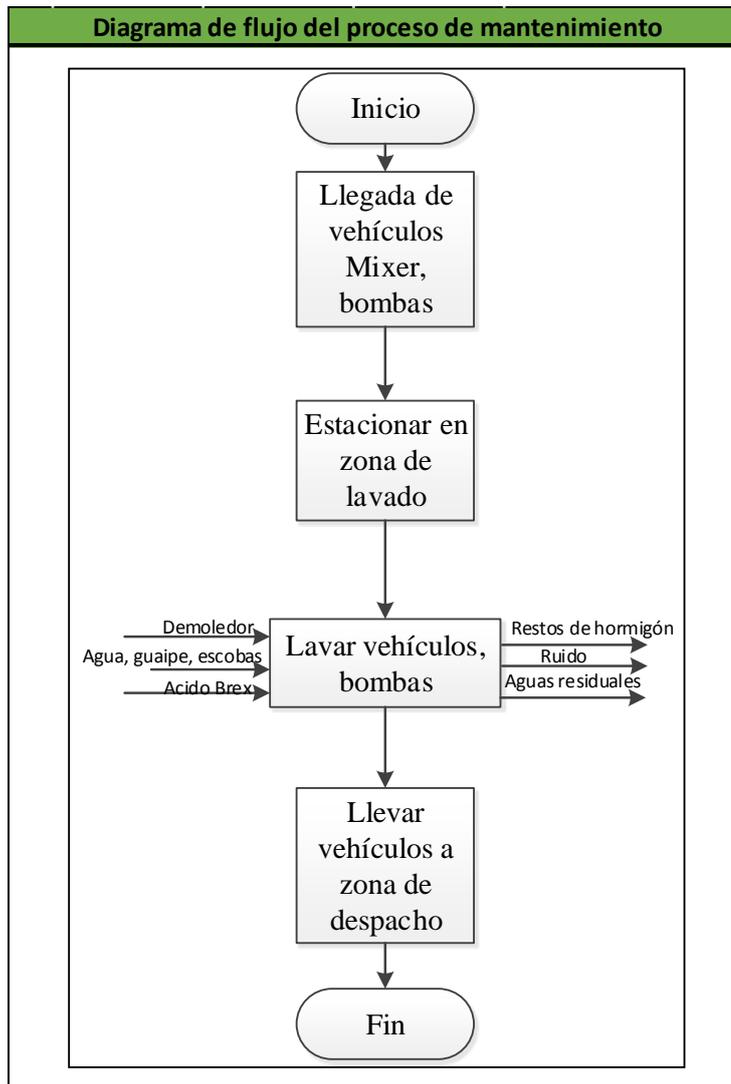


Diagrama de flujo del área de mantenimiento. (Sacoto, 2014)



3.3. Establecimiento y análisis de los aspectos ambientales.

3.3.1. Emisiones.

3.3.1.1. Ruido.

1. TIPO DE EMISIÓN

Ruido: El ruido es un contaminante físico que se transmite por el aire mediante un movimiento ondulatorio. (Sacoto, 2014)

2. LUGAR DE GENERACIÓN (puntos monitoreados en las empresas)

El lugar donde se genera la variable ruido se define en varios puntos monitoreados dentro de las empresas.

A continuación se presenta los puntos de emisión de ruido dentro de las empresas.

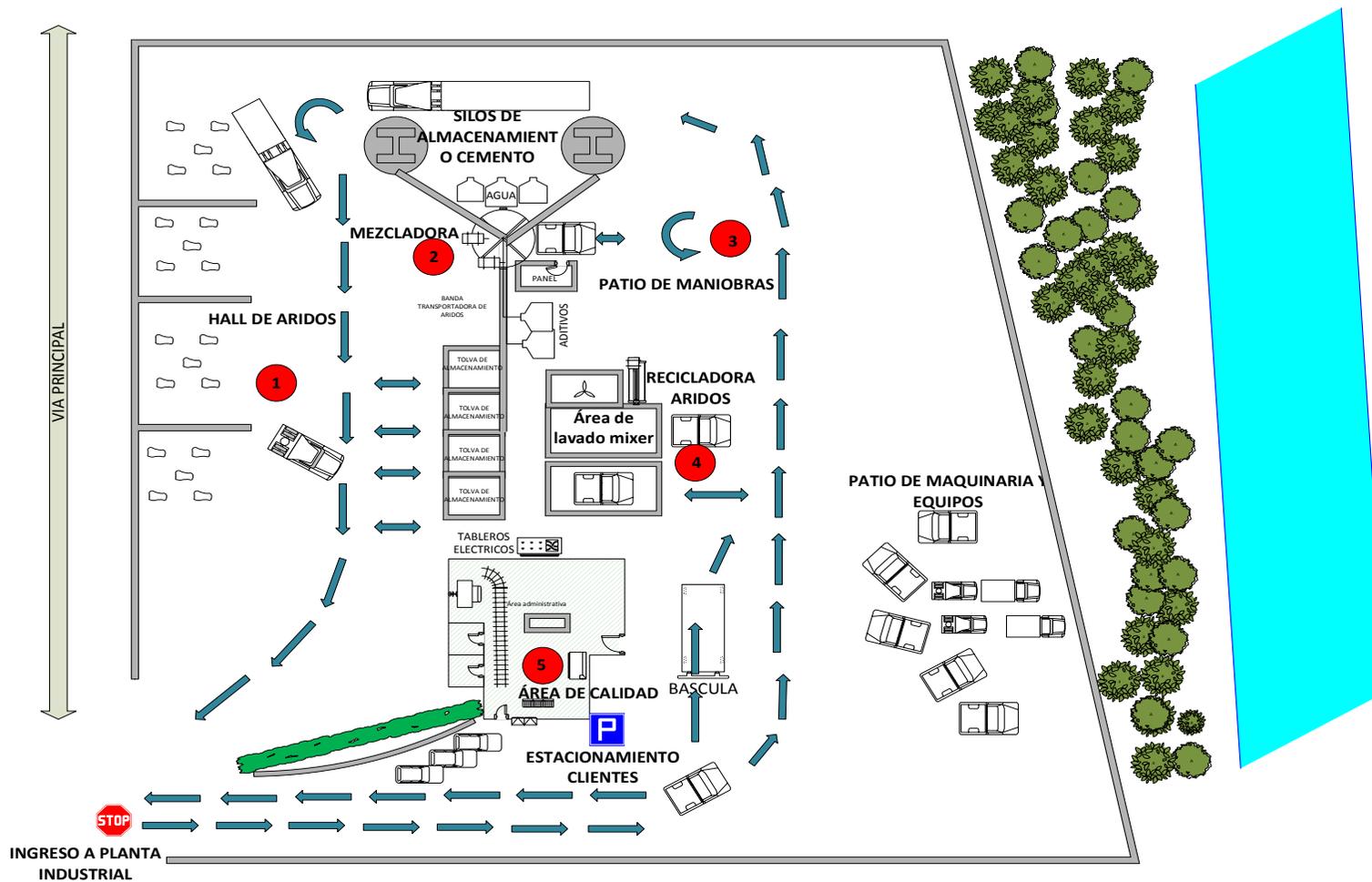


Figura 1: Puntos Monitoreados de Ruido Planta Hormigones Guapán.

Fuente: Autor

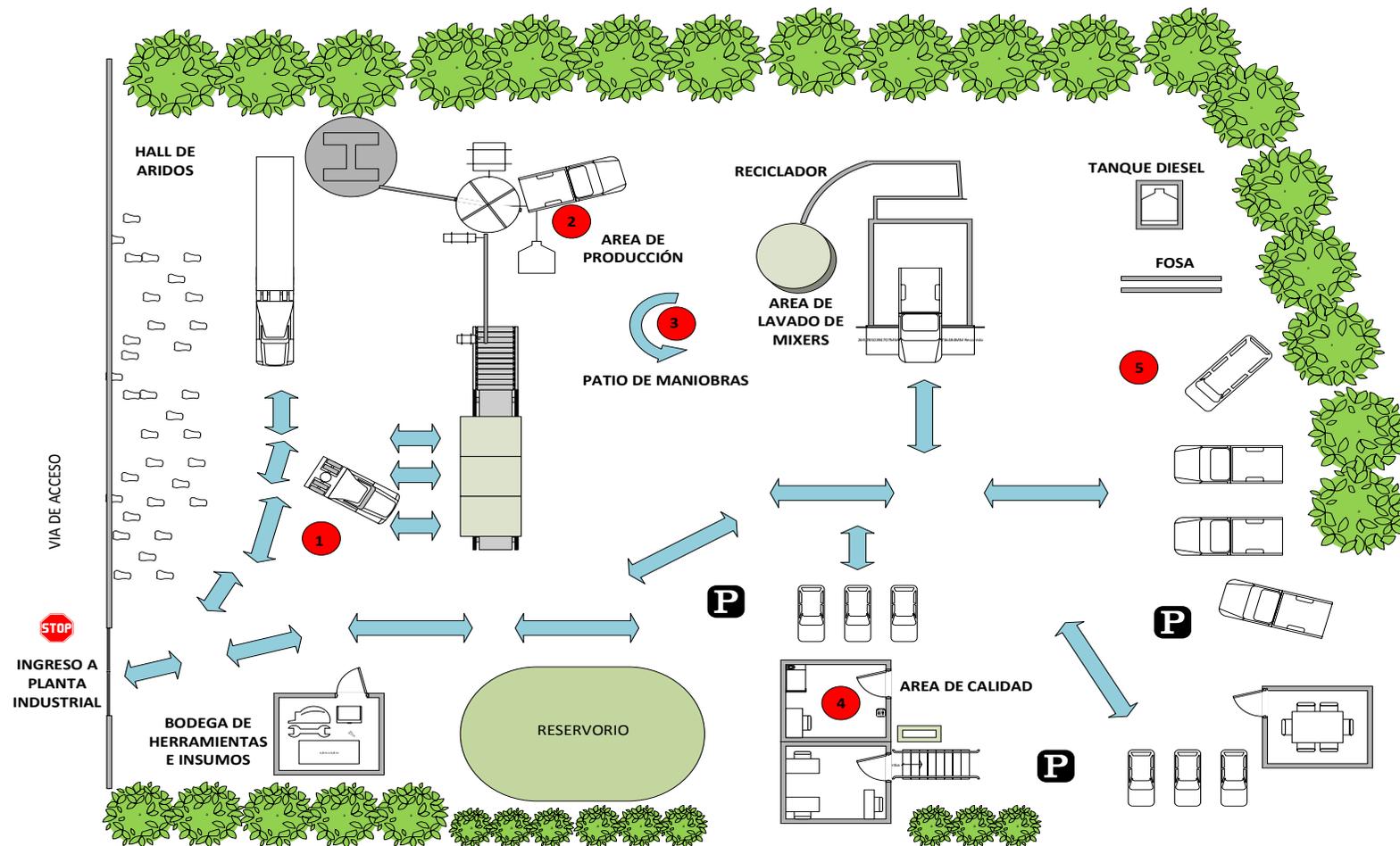


Figura 2: Puntos Monitoreados de Ruido Planta Hormi-Center.

Fuente: Autor

Donde:

Punto Monitoreados	Lugar en las empresas
1	Hall de áridos
2	Área de producción
3	Patio de maniobras
4	Área de calidad
5	Área de mantenimiento

Tabla 1: Lugares de monitoreo de ruido.

Fuente: Autor

3. FACTOR DE CAUSA DE LA GENERACION

En la siguiente tabla se muestra los factores causales de la generación de ruido en los puntos monitoreados en las empresas.

Empresa Puntos monitoreados	HORMIGONES GUAPÁN	HORMICENTER CÍA LTDA
1 (HALL DE ÁRIDOS)	Se genera ruido por la necesidad de almacenar agregados en las tolvas y movimiento de materiales con la utilización de la pala cargadora.	

<p>Empresa</p> <p>Puntos monitoreados</p>	<p>HORMIGONES GUAPÁN</p>	<p>HORMICENTER CÍA LTDA</p>
<p>2 (AREA DE PRODUCCIÓN)</p>	<p>Existe ruido por el funcionamiento del compresor para funcionamiento del sistema neumático, además de existir ruido en la dosificadora de agregados, dosificador de cemento, la mezcladora y los vibradores existentes tanto en tolvas y mezcladora; por último, el ruido existente en motores de la banda de transporte de áridos y mezcladora.</p>	<p>Existe ruido por el funcionamiento del compresor para funcionamiento del sistema neumático, además de existir ruido en la dosificadora de agregados, dosificador de cemento, la mezcladora y los vibradores existentes tanto en tolvas y mezcladora; por último, el ruido existente en motores del elevador de cangilones para transporte de áridos y mezcladora.</p>
<p>3 (PATIO DE MANIOBRAS)</p>	<p>Existe ruido por motivos de flujo vehicular y tránsito de mixers y camiones.</p>	
<p>4 (AREA DE CALIDAD)</p>	<p>El ruido es generado por los ensayos que se realizan tanto de compresión y de flexión de las muestras dentro de la prensa hidráulica.</p>	
<p>5 (AREA DE MANTENIMIENTO)</p>	<p>Existe ruido cuando se utiliza equipos como taladros hidráulicos o herramientas para limpiar y extraer todo el concreto adherido a las máquinas y equipos.</p>	

Tabla 2: Factores causales de ruido en las empresas.

Fuente: Autor

4. CUÁNDO SE GENERA

En la siguiente tabla se describe el momento en que se genera ruido en los puntos monitoreados.

<div style="text-align: right;">Empresa</div> <div style="text-align: left;">Puntos monitoreados</div>	HORMIGONES GUAPÁN	HORMICENTER CÍA LTDA
1 (HALL DE ÁRIDOS)	Al momento de la operación de la pala cargadora.	
2 (AREA DE PRODUCCIÓN)	Al momento de la operación de la línea de producción.	
3 (PATIO DE MANIOBRAS)	Al momento de la operación de mixers y camiones previo a despachar hormigón.	
4 (AREA DE CALIDAD)	Al momento de operar la prensa hidráulica.	
5 (AREA DE MANTENIMIENTO)	Al momento de dar mantenimiento a las máquinas y equipos.	

Tabla 3: Cuándo se genera ruido.

Fuente: Autor

5. NIVEL DE RUIDO EQUIVALENTE GENERADO

Para el análisis de nivel de ruido, se establece los diferentes puntos de nivel de presión sonora, además se consideró el ruido como continuo ya se presenta de manera estable durante un tiempo determinado, en base al tipo de producción que es bajo pedido.



Figura 3: Monitoreo de ruido en Hormigones Guapán.

Fuente: Autor



Figura 4: Monitoreo de ruido en Hormicenter.

Fuente: Autor

El equipo utilizado para la medición es un sonómetro marca General DSM40350 CLASS 1.



Figura 5: Instrumento de medición de ruido sonómetro.

Fuente: Autor

El volumen de producción de las empresas es de 100 m³, y el tiempo de bachado es de 1min por cada metro cubico para Hormigones Guapán y de 2 min por cada metro cubico para Hormicenter.

En base a esto se presenta los siguientes tiempos de cada subciclo.

DESCRIPCIÓN	HORMIGONES GUAPÁN	HORMICENTER CÍA LTDA
Tiempo de operación de pala	5 horas	5 horas
Tiempo de producción al día	1,67 horas	3,33 horas
Tiempo de operación de mixers y camiones	2 horas	2 horas
Tiempo de rotura de cilindros	1,5 horas	1 hora
Tiempo de mantenimiento de equipos	0,5 horas	0,5 horas

Tabla 4: Tiempos de subciclos de cada operación.

Fuente: Autor

Los niveles de presión acústica en decibeles (dB) se presentan a continuación.

Empresa	HORMIGONES GUAPÁN	HORMICENTER CÍA LTDA
Puntos monitoreados		
NPA 1 (HALL DE ÁRIDOS)	74,9	74,4
NPA 2 (AREA DE PRODUCCIÓN)	87	83,5
NPA 3 (PATIO DE MANIOBRAS)	76,3	70,1
NPA 4 (AREA DE CALIDAD)	71	66,3
NPA 5 (AREA DE MANTENIMIENTO)	65,5	68

Tabla 5: Niveles de presión acústica en puntos monitoreados.

Fuente: Autor

Ahora se aplica la fórmula para el cálculo del nivel de ruido diario equivalente

(NRDE).

FORMULA NRDE	HORMIGONES GUAPÁN
$NRDE = 10 \log \frac{1}{8} \{ 5 * 10^{(74,9/10)} + 1,67 * 10^{(87/10)} + 2 * 10^{(76,3/10)} + 1,5 * 10^{(71/10)} + 0,5 * 10^{(65,5/10)} \}$	81,37 (dB)
FORMULA NRDE	HORMICENTER CÍA LTDA
$NRDE = 10 \log \frac{1}{8} \{ 5 * 10^{(74,4/10)} + 3,33 * 10^{(83,5/10)} + 2 * 10^{(70,1/10)} + 1 * 10^{(66,3/10)} + 0,5 * 10^{(68/10)} \}$	80,56 (dB)

Tabla 6: Nivel de ruido equivalente.

Fuente: Autor

6. QUIÉN ES EL RESPONSABLE

En la tabla se muestra el personal responsable de que se genere ruido.

Empresa	HORMIGONES GUAPÁN	HORMICENTER CÍA LTDA
Puntos monitoreados		
1 (HALL DE ÁRIDOS)	El operador de la pala cargadora es el responsable.	
2 (AREA DE PRODUCCIÓN)	El panelista es la persona encargada de la operación del panel, el mismo que configura el software para el dosificado de los materiales, razón por la cual se acciona todos los elementos neumáticos y motores eléctricos para la elaboración del hormigón.	
3 (PATIO DE MANIOBRAS)	Los choferes son los responsables de operar los mixers y camiones.	
4 (AREA DE CALIDAD)	El laboratorista es la persona encargada del calibrado y operación de la prensa hidráulica.	
5 (AREA DE MANTENIMIENTO)	La persona encargada del mantenimiento de la planta, así como también choferes y operadores de bombas.	

Tabla 7: Personal responsable de generación de ruido.

Fuente: Autor

7. TRATAMIENTO ACTUAL

Mediante entrevistas, se pudo obtener información sobre el accionar del sector para minimizar el impacto generado por la emisión de ruido; en ella mencionaron la parte importante y fundamental que realizan, es el mantenimiento preventivo y correctivo de las líneas de producción y accesorios, así como también el mantenimiento preventivo o correctivo de los mixers, la pala cargadora, bombas de hormigón, esto consideran como acciones que atacan en la fuente.

Por otro lado, realizan bajo determinado tiempo, la dotación de equipos de protección auditiva.

3.3.1.2. Material particulado.

1. TIPO DE EMISIÓN

Según el Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria, Libro VI, Anexo 4 de Normas de Calidad del Aire Ambiente (2003), especifica lo siguiente;

Material Particulado: Está constituido por material sólido o líquido en forma de partículas, con excepción del agua no combinada, presente en la atmósfera en condiciones normales. Se designa como $PM_{2,5}$ al material particulado cuyo diámetro aerodinámico es menor a 2,5 micrones. Se designa como PM_{10} al material particulado de diámetro aerodinámico menor a 10 micrones.

Material particulado menor a 10 micrones (PM_{10}): El promedio aritmético de la concentración de PM_{10} de todas las muestras en un año no deberán exceder de cincuenta microgramos por metro cubico ($50\mu g/m^3$).

Material particulado menor a 2.5 micrones (PM2.5): El promedio aritmético de la concentración de PM2.5 de todas las muestras en un año no deberán exceder de quince microgramos por metro cubico ($15\mu\text{g}/\text{m}^3$).

2. LUGAR DE GENERACIÓN

Dentro de las empresas de este sector, el material particulado se genera en los halles de áridos, en las líneas de producción, patio de maniobras y vías de circulación y acceso de vehículos.

3. FACTOR DE CAUSA DE LA GENERACIÓN

Las causas de que se genere material particulado:

- Movimiento y operación de la cargadora en la zona de agregados.



Figura 6: Presencia de material particulado en hall de áridos Hormicenter.

Fuente: Autor



Figura 7: Presencia de material particulado en hall de áridos Hormigones Guapán.

Fuente: Autor

- El abastecimiento de agregados en las tolvas de las líneas de producción.



Figura 8: Presencia de polvo en abastecimiento de tolvas.

Fuente: Autor

- En el proceso de dosificado de materiales en la mezcladora.



Figura 9: Material particulado en mezcladora Hormicenter.

Fuente: Autor



Figura 10: Material particulado en mezcladora Hormigones Guapán.

Fuente: Autor

- Por tránsito y flujo de camiones y vehículos.



Figura 11: Presencia de partículas por movimiento de volquetas/camiones.

Fuente: Autor

4. CUÁNDO SE GENERA

Existe material particulado en suspensión, cuando las condiciones climáticas permiten que las partículas estén en el ambiente debido a la sequedad y las corrientes de aire. Por otro lado, existe material particulado cuando las fábricas se encuentran en operación.

5. CANTIDAD DE MATERIAL PARTICULADO EN EL AMBIENTE

Para determinar la concentración de material particulado de PM10 y PM2.5, se establecieron puntos estratégicos en donde se ubicó el instrumento de medición.

- ❖ En el Hall de áridos



Figura 12: Ubicación del Monitor de Aerosol en hall de áridos Hormigones Guapán.

Fuente: Autor



Figura 13: Ubicación del Monitor de Aerosol en hall de áridos Hormicenter.

Fuente: Autor

- ❖ En el área de producción.



Figura 14: Ubicación del Monitor de Aerosol en planta Hormigones Guapán.

Fuente: Autor



Figura 15: Ubicación del Monitor de Aerosol en planta Hormicenter.

Fuente: Autor

Las mediciones fueron realizadas con un monitor de Aerosol Marca rp DUSTCAN SCOUT modelo 3020 con filtros PM10 y PM2.5, ajustado con un Data Rate (intervalo de muestreo) de 10 segundos.



Figura 16: Equipo de monitoreo de material particulado.

Fuente: Autor

Para realizar las mediciones de concentración de material particulado en las empresas del sector, se solicitó la colaboración al Centro de Estudios Ambientales (CEA) de la Universidad de Cuenca. Los resultados de la concentración de material particulado luego del análisis de filtración en laboratorio son los siguientes.

HORMIGONES GUAPÁN				
Ubicación	Filtro	Concentración Promedio ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Concentración mínima ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Concentración máxima ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
Hall de áridos	PM10	2,26	2,23	2,3
	PM2.5	0,56	0,55	0,61
Planta producción	PM10	2,7	2,69	2,79
	PM2.5	1,86	1,81	1,9

Tabla 8: Concentración de material particulado en Hormigones Guapán.

Fuente: Centro de Estudios Ambientales, 2017

HORMICENTER CÍA LTDA				
Ubicación	Filtro	Concentración Promedio ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Concentración mínima ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Concentración máxima ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
Hall de áridos	PM10	1,85	1,83	1,86
	PM2.5	2,46	2,47	2,83
Planta producción	PM10	3,27	3,11	3,74
	PM2.5	1,19	1,15	1,27

Tabla 9: Concentración de material particulado en Hormicenter.

Fuente: Centro de Estudios Ambientales, 2017

6. QUIÉN ES EL RESPONSABLE

Todo el personal interno y externo es el responsable del levantamiento de partículas.

7. TRATAMIENTO ACTUAL

Dentro de este sector hormigonero, la mitigación sobre la fuente es nula, sin embargo se entrega mascarillas al personal.

3.3.2. Efluentes.

1. TIPO DE EFLUENTE

Efluente: Líquido proveniente de un proceso de tratamiento, proceso productivo o de una actividad. (TULSMA T. U., 2003)

2. LUGAR DE GENERACIÓN

En el sector hormigonero, el recurso agua, es un elemento fundamental para la fabricación del hormigón premezclado. Dentro del proceso productivo, en el área destinada para el lavado de vehículos (fosas), así como también en el área de calidad se generan efluentes.

3. FACTOR DE CAUSA DE LA GENERACIÓN

En este sector en particular y en las empresas en estudio, la generación de efluentes se da por la limpieza o lavado de los camiones mixer, bombas de hormigón y la pala cargadora; estos efluentes contienen residuos de hormigón y sustancias ácidas como el desincrustante de concreto o Brex.



Figura 17: Lavado de mixer en Hormigones Guapán.

Fuente: Autor



Figura 18: Lavado de mixer en Hormicenter Cía Ltda.

Fuente: Autor

Además se genera efluentes por el proceso de curado de cilindros en piscinas de maduración. Otro factor es el inadecuado almacenamiento de aditivos, los mismos que se derraman ocasionando la necesidad de lavar la zona afectada. En la empresa Hormigones Guapán, se genera efluentes por lavado de la mezcladora.

4. CUÁNDO SE GENERA

La generación de efluentes industriales se da cuando se realizan actividades de lavado de los vehículos y bombas que retornan de obra, lavado de la cargadora y lavado de planta. Por otro lado se genera el efluentes cuando se necesario cambiar el agua de las piscinas de curado y maduración. Adicional, se genera efluentes por limpieza en la zona de almacenamiento de aditivos.

5. CANTIDAD DE EFLUENTES GENERADOS.

En primer lugar se debe tener en consideración la cantidad de operaciones de lavado que se ejecutan en las empresas.

	HORMIGONES GUAPÁN	HORMICENTER CÍA LTDA
Actividades	<i># de veces</i>	<i># de veces</i>
Lavado de mixers y bombas.	9 diario	14 diario
Lavado de pala cargadora.	1 mensual	1 mensual
Lavado de mezcladora.	1 diario	0
Limpieza de zona de aditivos	1 semanal	1 semanal
Cambio de agua de piscinas de curado.	1 cada 2 meses	1 cada 3 meses

Tabla 10: Número de veces que se utiliza el recurso agua.

Fuente: Autor

Ahora para determinar la cantidad de efluentes generados, para las actividades de lavado de mixers y bombas, es necesario conocer el caudal de la manguera utilizada y los tiempos que se demoran los operarios en cumplir con esta operación. Para determinar el caudal se aplicó el método volumétrico, en donde se colocó un recipiente de 5 galones y se procedió a llenarlo, paralelo a esto se cronometro el tiempo que se demora en llenar.



Figura 19: Aplicación de método volumétrico.

Fuente: Autor

Los datos obtenidos fueron de 30 segundos para el llenado de los 5 galones.

Ahora se procedió con el cálculo del caudal.

$$Q = \frac{V}{T}$$

$$Q = \frac{18,92 \text{ l}}{30 \text{ s}}$$

$$Q = 0,63 \text{ l/s}$$

Con el dato del caudal se procedió a determinar el tiempo de operación, para esto se realizó un estudio de tiempos en el proceso de lavado tomando en consideración el número de veces que se realiza esta operación y así poder tener un valor de tiempo estándar de esta operación.

- Para Hormigones Guapán se tienen los siguientes datos:

HORMIGONES GUAPÁN									
# Observación	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Tiempo (min)	6	5	5	7	7,5	8	6,5	7	8
Tiempo (seg)	360	300	300	420	450	480	390	420	480

Tabla 11: Tiempos de lavado de mixers y bombas en Hormigones Guapán.

Fuente: Autor

Con estos datos se procedió a calcular el tiempo promedio o estándar.

$$T_{prom} = \frac{\Sigma \text{tiempos}}{\# \text{observaciones}}$$

$$T_{prom} = \frac{3600 \text{ s}}{9} = 400 \text{ s}$$

- El tiempo que se demora el operario de la cargadora en lavar su máquina es de 10 min.
- El tiempo que se demora en la limpieza de la zona de aditivos es 15 min.

Nuevamente se aplicó la fórmula para estimar la cantidad de efluentes generados por estas actividades, despejando la variable Volumen de la formula.

Volumen de efluentes generados en las actividades de lavado de mixers y bombas:

$$\text{Volumen (l)} = \text{Caudal} \left(\frac{\text{l}}{\text{s}} \right) * \text{Tiempo de operación (s)}$$

$$V = 0,63 \left(\frac{\text{l}}{\text{s}} \right) * 400 \text{ (s)}$$

$$\mathbf{V = 252 (l) \text{ diários}}$$

$$\mathbf{V \text{ eflu} = 252 (l) * 22 \text{ días} = 5544 (l) \text{ mensual}}$$

Ahora se procede con el cálculo de volumen de efluentes del proceso de lavado de la pala cargadora.

$$\text{Volumen (l)} = \text{Caudal} \left(\frac{\text{l}}{\text{s}} \right) * \text{Tiempo de operación (s)}$$

$$V = 0,63 \left(\frac{\text{l}}{\text{s}} \right) * 600 \text{ (s)}$$

$$\mathbf{V \text{ eflu} = 378 (l) \text{ mensual}}$$

Ahora se procede con el cálculo de volumen de efluentes del proceso de limpieza de la zona de almacenamiento de aditivos.

$$\text{Volumen (l)} = \text{Caudal} \left(\frac{\text{l}}{\text{s}} \right) * \text{Tiempo de operación (s)}$$

$$V = 0,63 \left(\frac{l}{s} \right) * 900(s)$$

$$V = 567 (l) \textit{ semanal}$$

$$V_{eflu} = 567(l) * 4 \textit{ semanas} = 2260 (l) \textit{ mensual}$$

Para el cálculo de la cantidad de efluente generado por limpieza de la mezcladora; mediante entrevista el panelista supo informar que la mezcladora dispone de un sistema integrado dentro de la mezcladora para la limpieza de la misma.

El volumen que requiere la mezcladora para su limpieza es de 1000 lts, por lo que obtenido este dato se puede determinar lo siguiente:

$$V_{eflu} = 1000(l) * 22 \textit{ días} = 22000 (l) \textit{ mensual}$$

Para el cálculo de la cantidad de efluentes que se generan en el proceso de cambio de aguas de las piscinas de curado, es necesario poder determinar el tamaño, forma de las piscinas y la cantidad de piscinas que se dispone.

Hormigones Guapán dispone de 2 piscinas rectangulares y 3 con forma cuadrada. Las dimensiones son las siguientes:

Piscinas	Dimensiones (m) Largo*ancho*profundidad	Capacidad volumétrica total.
1 rectangular grande	2x1.50x0.70	2,1 m ³
1 rectangular pequeña	1.50x1.20x0.60	1,08 m ³
3 cuadradas	1x1x0,5	0,5 m ³

Tabla 12: Capacidad volumétrica de piscinas de curado en Hormigones Guapán.

Fuente: Autor

Dado que el cambio de las aguas se lo realiza cada 2 meses, el volumen generado en este proceso de calidad es de:

$$V_{eflu} = \frac{\Sigma \textit{Volumenes de piscinas}}{2 \textit{ meses}}$$

$$V_{eflu} = \frac{3,68 \textit{ m}^3}{2 \textit{ meses}}$$

$$V_{eflu} = 1,84 \textit{ m}^3 = 1840 (l) \textit{ mensual}$$

➤ Para Hormicenter Cía Ltda., se tienen los siguientes datos:

HORMICENTER CÍA LTDA														
# Observación	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Tiempo (min)	4	6	5	5,5	6	6	5,5	4,5	3,5	6	5,5	5	4,5	5,5
Tiempo (seg)	240	360	300	330	360	360	330	270	210	360	330	300	270	330

Tabla 13: Tiempos de lavado de mixers y bombas en Hormicenter.

Fuente: Autor

Con estos datos se procedió a calcular el tiempo promedio o estándar.

$$T_{prom} = \frac{\Sigma \text{tiempos}}{\# \text{observaciones}}$$

$$T_{prom} = \frac{4350 \text{ s}}{14} = 311 \text{ s}$$

- El tiempo que se demora el operario de la cargadora en lavar su máquina es de 10 min.
- El tiempo que se demora en la limpieza de la zona de aditivos es 10 min.

Nuevamente se aplicó la fórmula para estimar la cantidad de efluentes generados por estas actividades, despejando la variable Volumen de la formula.

Volumen de efluentes generados en las actividades de lavado de mixers y bombas:

$$\text{Volumen (l)} = \text{Caudal} \left(\frac{l}{s} \right) * \text{Tiempo de operación (s)}$$

$$V = 0,63 \left(\frac{l}{s} \right) * 311 \text{ (s)}$$

$$V = 196 \text{ (l) diários}$$

$$V_{eflu} = 196 \text{ (l) * 22 días} = 4312 \text{ (l) mensual}$$

Ahora se procede con el cálculo de volumen de efluentes del proceso de lavado de la pala cargadora.

$$\text{Volumen (l)} = \text{Caudal} \left(\frac{l}{s} \right) * \text{Tiempo de operación (s)}$$

$$V = 0,63 \left(\frac{l}{s} \right) * 600 \text{ (s)}$$

$$V_{eflu} = 378 \text{ (l) mensual}$$

Ahora se procede con el cálculo de volumen de efluentes del proceso de limpieza de la zona de almacenamiento de aditivos.

$$Volumen (l) = Caudal \left(\frac{l}{s} \right) * Tiempo de operación (s)$$

$$V = 0,63 \left(\frac{l}{s} \right) * 600(s)$$

$$V = 378 (l) \textit{ semanal}$$

$$V \textit{ eflu} = 378 (l) * 4 \textit{ semanas} = 1512 (l) \textit{ mensual}$$

Para el cálculo de la cantidad de efluentes que se generan en el proceso de cambio de aguas de las piscinas de curado o maduración, es necesario determinar el tamaño, forma de las piscinas y la cantidad de piscinas que se dispone.

Hormicenter Cía Ltda, dispone de 1 piscina rectangular. Las dimensiones son las siguientes:

Piscina	Dimensiones (m) Largo*ancho*profundidad	Capacidad volumétrica total.
1 rectangular	1,80x1.20x0.80	1,73 m ³

Tabla 14: Capacidad volumétrica de piscinas de curado en Hormicenter.

Fuente: Autor

Dado que el cambio de las aguas se lo realiza cada 3 meses, volumen generado en este proceso de calidad es de:

$$V \textit{ eflu} = \frac{\Sigma \textit{ Volúmenes de piscinas}}{3 \textit{ meses}}$$

$$V \textit{ eflu} = \frac{1,73 \textit{ m}^3}{3 \textit{ meses}}$$

$$V \textit{ eflu} = 0,58 \textit{ m}^3 = 580 (l) \textit{ mensual}$$

A continuación se presenta el cuadro comparativo de las empresas en estudio referente al volumen de efluentes generados en las actividades de su proceso productivo y actividades de limpieza.

	HORMIGONES GUAPÁN	HORMICENTER CÍA LTDA
Actividades		
Lavado de mixers y bombas.	5544 l	4312 l
Lavado de pala cargadora.	378 l	378 l
Limpieza de zona de aditivos.	2260 l	1512 l
Lavado de mezcladora.	22000 l	0 l
Cambio de agua de piscinas de curado.	1840 l	580 l
TOTAL EFLUENTES LITROS	32022 l	6782 l
TOTAL EFLUENTES m³	32,02 m³	6,78 m³

Tabla 15: Total en m³ de efluentes generados en el proceso.

Fuente: Autor

6. QUIÉN ES EL RESPONSABLE

Existen varias personas quienes son los responsables de que se genere efluentes en este tipo de empresas, entre ellos tenemos a los choferes quienes son los encargados del lavado de su unidad, los operarios de las bombas de hormigón y de la pala cargadora, de igual manera lavan sus unidades finalizado el programa de producción y finalmente el encargado de laboratorio quien es el responsable del cambio de las aguas de las piscinas periódicamente. Hay que recalcar que existe un responsable más en la empresa Hormigones Guapán, y es el panelista quien se encarga de la limpieza de la mezcladora.

7. TRATAMIENTO ACTUAL

HORMIGONES GUAPÁN	HORMICENTER CÍA LTDA
Los efluentes generados por la limpieza de vehículos mixer o bombas de hormigón, en primer lugar se dispone de una maquina recicladora, donde los vehículos depositan restos de hormigón. Esta máquina separa los sólidos (arena y grava) y genera efluentes líquidos que se depositan en el tanque reciclador.	Los efluentes generados en la actividad de lavado de vehículos, son tratados por un proceso de sedimentación donde todos los residuos sólidos por acción de la gravedad se depositan en la parte inferior de un tanque. Esta agua es recirculada a un reservorio, la misma que se reutiliza en el proceso de producción del hormigón.

HORMIGONES GUAPÁN	HORMICENTER CÍA LTDA
<p>Posterior a esto, los vehículos se ubican en las fosas de lavado, esos efluentes generados reciben el tratamiento primario de sedimentación, donde todos los residuos sólidos restantes por gravedad se acumulan en la parte inferior de las fosas, y el agua residual se conduce al tanque reciclador, que recircula y sirve para la limpieza de la mezcladora.</p> <p>Para las demás actividades no existe tratamiento alguno.</p>	<p>Para las demás actividades no existe tratamiento.</p>

Tabla 16: Tratamiento actual de efluentes provenientes del proceso productivo.

Fuente: Autor



Figura 20: Fosa de agua reciclada en Hormigones Guapán.

Fuente: Autor



Figura 21: Tanque de reciclaje de agua en Hormicenter.

Fuente: Autor

3.3.3. Residuos sólidos.

1. TIPO DE RESIDUO

Desecho sólido industrial: Aquel que es generado en actividades propias de este sector, como resultado de los procesos de producción. (TULSMA T. U., Norma de calidad ambiental para el manejo y disposición final de desechos sólidos no peligrosos., 2003)

2. LUGAR DE GENERACIÓN

Dentro de las empresas en estudio, los residuos sólidos son generados en todas las áreas técnico operativas.

3. FACTOR QUE CAUSA LA GENERACIÓN

AREAS OPERATIVAS	DESCRIPCIÓN
ÁREA DE CALIDAD	La actividad de rotura de cilindros, el resto de hormigón que no se ha utilizado en la confección, y por actividades de limpieza de moldes de cilindros se genera recipientes vacíos de Brex, guaipe y estropajos usados.
ÁREA DE PRODUCCIÓN	Se generan residuos sólidos debido al cambio de contenedores de aditivos.
ÁREA DE MANTENIMIENTO	En las actividades de limpieza y mantenimiento elemental de mixers, bombas y línea de producción, se genera residuos sólidos como recipientes de Brex, recipientes de lubricantes, escobas, guaiques utilizados, restos de concreto, lodos provenientes de las fosas de lavado.

Tabla 17: Factores causales de residuos sólidos.

Fuente: Autor

4. CUÁNDO SE GENERA

ÁREA DE CALIDAD	Todos los días laborables, cuando se realiza la confección y rotura de cilindros, así como la limpieza de moldes.
ÁREA DE PRODUCCIÓN	Dado que el proceso requiere la utilización de aditivos, se generan residuos sólidos como los recipientes, es decir, cuando se termina los aditivos en planta y se adquiere nuevos contenedores con aditivos.
AREA DE MANTENIMIENTO	Luego de utilizar y terminar con el Brex, se desechan los contenedores y se genera restos de concreto, por otro lado, el mantenimiento como lubricación y engrasado, se desechan los recipientes, además, luego de utilizar guaipes, escobas y detergentes, se generan desechos de estos insumos, por último, cuando se extrae los lodos de las fosas.

Tabla 18: Cuando se genera residuos sólidos.

Fuente: Autor

5. CANTIDAD DE RESIDUOS SOLIDOS GENERADOS

En el área de calidad, las actividades de confección y rotura de cilindros.

Las dimensiones y pesos de los cilindros confeccionados son:

CILINDRO	DIMENSION	PESO
GRANDE 	15 cm de diámetro X 30 cm de longitud	13 kg aproximado

<p style="text-align: center;">PEQUEÑO</p> 	<p>10 cm de diámetro X 20 cm de longitud</p>	<p>3,75 kg aproximado</p>
---	--	---------------------------

Tabla 19: Dimensiones y pesos de los cilindros confeccionados.

Fuente: Autor

La cantidad de ensayos que se realizan diariamente se muestran a continuación:

HORMIGONES GUAPÁN	HORMICENTER CÍA LTDA
<p>30 ENSAYOS (10 cilindros grandes y 20 cilindros pequeños)</p>	<p>20 ENSAYOS (10 cilindros grandes y 10 cilindros pequeños)</p>

Tabla 20: Numero de ensayos realizados.

Fuente: Autor

Ahora se procede con el cálculo de residuos sólidos generados por la actividad de rotura de cilindros en las empresas.

HORMIGONES GUAPÁN			HORMICENTER CÍA LTDA		
Cant. de cilindros	Peso	Cant*Peso	Cant. de cilindros	Peso	Cant*Peso
10 Cilindros Grandes	13 kg	130 kg	10 Cilindros Grandes	13 kg	130 kg

HORMIGONES GUAPÁN			HORMICENTER CÍA LTDA		
Cant. de cilindros	Peso	Cant*Peso	Cant. de cilindros	Peso	Cant*Peso
20 Cilindros Pequeños	3,75 kg	75 kg	10 Cilindros Pequeños	3,75 kg	37,5 kg
Residuos totales		205 kg	Residuos totales		167,5 kg

Tabla 21: Cantidad de residuos en kg provenientes de ensayos de rotura de cilindros.

Fuente: Autor



Figura 22: Residuos provenientes del ensayo de rotura.

Fuente: Autor

Los restos de hormigón que no se han utilizado para la confección de cilindros, se convierten en residuos. Dado que las muestras se recogen en carretillas, la cantidad de hormigón varía de acuerdo al número de cilindros confeccionados diariamente. En este sentido, se procedió con una entrevista al laboratorista de cada empresa y manifestó lo siguiente respecto al número de carretillas recogidas y los datos en peso del hormigón restante.

HORMIGONES GUAPÁN			HORMICENTER CÍA LTDA		
# de carretillas	Peso	# carretillas*peso	# de carretillas	Peso	# carretillas*peso
4	30 kg	120 kg	2	25 kg	50 kg

Tabla 22: Cantidad de residuos en kg de hormigón no utilizado en la confección de cilindros.

Fuente: Autor



Figura 23: Carretillas con hormigón sobrante.

Fuente: Autor

Con respecto a los contenedores de aditivos, las empresas del sector consumen semanalmente 1m³ de aditivo en sus diseños. Los contenedores son de capacidad de 1 m³, ocasionando que estos contenedores sean residuos.



Figura 24: Contenedores de aditivos

Fuente: Autor

Con respecto a las canecas de 19 litros de desincrustante de concreto o Brex, la utilización de este producto mensual difiere en cada empresa.

HORMIGONES GUAPÁN	HORMICENTER CÍA LTDA
40 litros	24 litros

Tabla 23: Cantidad de consumo de Brex en l.

Fuente: Autor

Esto ocasiona la generación mensual de recipientes vacíos de Brex como sigue:

HORMIGONES GUAPÁN	HORMICENTER CÍA LTDA
2 canecas	1 caneca

Tabla 24: Cantidad de canecas vacías de Brex.

Fuente: Autor



Figura 25: Caneca de Brex.

Fuente: Autor

La cantidad de residuos como guaipe, recipientes de lubricantes, estropajo, fundas de detergentes, se ha cuantificado de acuerdo a los contenedores donde se los deposita.

HORMIGONES GUAPÁN	HORMICENTER CÍA LTDA
60 kg Mensual	54 kg Mensual

Tabla 25: Cantidad de residuos sólidos en kg provenientes de actividades de mantenimiento.

Fuente: Autor



Figura 26: Recipientes para reciclaje Hormigones Guapán.

Fuente: Autor



Figura 27: Recipientes para reciclaje Hormicenter Cía Ltda.

Fuente: Autor

Finalmente la cantidad de lodos que se extraen de las fosas se determinó mediante el número de veces que la pala cargadora lo recoge semanalmente. La capacidad de la cuchara de las palas es de 1,7m³.

HORMIGONES GUAPÁN			HORMICENTER CÍA LTDA		
#veces	m ³ cucharon	total m ³	#veces	m ³ cucharon	total m ³
7	1,7	11,9	5	1,7	8,5

Tabla 26: Cantidad de residuos (lodos) provenientes de fosas de sedimentación.

Fuente: Autor



Figura 28: Lodos extraídos en Hormigones Guapán.

Fuente: Autor



Figura 29: Lodos extraídos en Hormicenter Cía Ltda.

Fuente: Autor

6. QUIÉN ES EL RESPONSABLE

Los responsables de que se genere los residuos sólidos de este sector en estudio son los encargados de los laboratorios, los choferes, operarios y mecánicos encargados del mantenimiento de las plantas.

7. TRATAMIENTO ACTUAL

Para los residuos provenientes de las áreas de calidad, específicamente de los ensayos realizados, estos se acumulan; de igual manera los lodos provenientes de las zonas de reciclado son acopiados para su posterior venta como material de relleno. Para restos de hormigón sobrante proveniente del laboratorio se utilizan como material de mejora de vías dentro de las plantas.



Figura 30: Excedente de hormigón utilizado para mejoramiento de vía.

Fuente: Autor

Los contenedores de aditivos son almacenados en zonas dentro de las empresas catalogas como escombreras.



Figura 31: Contenedores de aditivos en zona de escombros.

Fuente: Autor

Los demás residuos sólidos como guaipes, estropajos, cartones, contenedores y recipientes de Brex o lubricantes/grasas son clasificados en los contenedores respectivos.

4. Discusión.

Las empresas del sector hormigonero de la ciudad de Azogues, dentro de su proceso productivo generan emisiones, residuos y desechos. La metodología de diagnóstico para el análisis de producción más limpia, así como los procedimientos utilizados, son válidos ya que han permitido recoger toda la información respecto a la generación de emisiones y residuos en las diferentes áreas de las plantas industriales, cumpliendo así el estudio de la población que son las dos empresas.

Además, las herramientas utilizadas como la observación y las entrevistas estructuradas, así como los instrumentos utilizados para las mediciones, aseguran la confiabilidad de los datos obtenidos en el trabajo en campo.

A continuación se presenta una tabla, donde se contextualiza los hallazgos de la investigación respecto a las tres variables analizadas.

Variable Analizada		Hormigones Guapán	Hormicenter Cía. Ltda.
1. Emisiones			
1.1 Ruido		81,37 (dB)	80,56 (dB)
1.2 Material Particulado	PM 10 (Planta, Hall de áridos)	2,7 y 2,26 (µg/m ³)	3,27 y 1,85 (µg/m ³)
	PM 2,5 (Planta, Hall de áridos)	1,86 y 0,56 (µg/m ³)	1,19 y 2,46 (µg/m ³)
2. Efluentes		32,02 m ³	6,78 m ³
3. Residuos y desechos sólidos	Hormigón excedente	120 kg	50 kg
	Lodos	11,9 m ³	8,5 m ³
	Desechos solidos	60 kg	54 kg

Tabla 27: Cuadro comparativo del análisis de la línea base ambiental de las empresas hormigoneras de la ciudad de Azogues.

Fuente: Autor

Estos datos indican que las empresas tienen variaciones. Con respecto a las emisiones de ruido, los niveles sonoros equivalentes difieren por circunstancias de la tecnología que disponen, en este sentido, la empresa Hormigones Guapán dispone de vibradores neumáticos en la mezcladora, lo que ocasiona el incremento del nivel sonoro en la planta de producción. En lo que respecta a material particulado, las empresas en estudio muestran valores bajos en comparación a lo establecido en la norma del Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria (TULAS), sin embargo hay que mencionar que la empresa Hormicenter se encuentra emplazada sobre una superficie natural o tierra lo que incrementa los niveles de material particulado en suspensión. Es importante mencionar que el estudio se ha realizado en condiciones climáticas favorables, es decir, sin presencia de lluvia, lo que ha favorecido la obtención de datos en lo que respecta al análisis de ruido y material particulado en las dos empresas.

Con los datos obtenidos de la investigación referente a los efluentes generados en el proceso productivo, se puede ver una significativa diferencia entre ellos; de la observación y entrevistas realizadas a los responsables se determinó que el incremento en la generación de efluentes es debido a la actividad de lavado de la mezcladora en la empresa Hormigones Guapán. Por otro lado, en las diferentes áreas de las empresas se generan efluentes que no varían de forma sustancial y difieren en las cantidades por motivos de prácticas operacionales, técnicas o circunstancias propias de cada empresa.

Con respecto a la tercera variable, que son los residuos y desechos sólidos generados en las empresas, los datos indican que la cantidad de estos residuos o desechos se deben a actividades de las áreas de calidad y mantenimiento, de igual manera difieren por motivos de prácticas operacionales y políticas de limpieza en las mismas.

Dentro del tratamiento actual que realizan las empresas en estudio, varias de estas estrategias son aceptables y conllevan a un fortalecimiento de la gestión ambiental del sector, sin embargo es necesario plantear alternativas que aseguren una mejor gestión en relación a la generación de emisiones y residuos en la fuente. No obstante, hay que considerar otras estrategias como el reciclaje y reutilización, para gestionar los residuos y emisiones y evitar que estos se consideren desperdicios o desechos o que tengan un impacto negativo sobre el medioambiente y los trabajadores.

Ahora bien, el estudio realizado se podría aplicar en empresas del mismo sector con un nivel de producción similar, ya que se asegura un análisis integral y específico de contaminantes que se generan en las plantas.

Un requerimiento para futuras investigaciones del mismo contexto, es el compromiso del personal referente al estudio de la producción más limpia, otro es que, al momento de realizar el trabajo en campo, las condiciones climáticas favorezcan el estudio y se obtengan datos seguros. Una necesidad es la de contar con instrumentos para las mediciones.

4.1. Planteamiento de alternativas de P+L.

Una parte esencial de la producción más limpia, es identificar oportunidades de mejora, y que los procesos sean limpios, pudiendo llegar a ser el sector hormigonero ecoeficiente, es decir, producir más con menos y con el menor impacto al medioambiente.

Luego de realizar el estudio se pudo determinar focos de emisión de residuos, siendo estas oportunidades en las que el sector puede implementar estrategias, políticas o mejoras dentro del proceso productivo, que sirvan para corregir o eliminar la generación de los mismos. Este es un motivo para realizar futuras investigaciones en las empresas del sector sobre el mismo tema, relacionado a alternativas de PML implementadas.

ÁREA	ALTERNATIVAS DE PML	BENEFICIOS POR OBTENER
Planta de producción.	<ul style="list-style-type: none"> - Construcción de estructura para el aislamiento del compresor. - Colocar silenciadores en los compresores. - Disponer de un plan de mantenimiento preventivo de motores, vibradores neumáticos y toda la línea en general. 	<ul style="list-style-type: none"> - Minimización de ruido. - Aumento del ciclo de vida de la línea de producción.
Hall de áridos y patio de maniobras	<ul style="list-style-type: none"> - Mantenimiento preventivo de la cargadora y mixers. - Menor tiempo de operación de la cargadora y mixers en planta. 	<ul style="list-style-type: none"> - Minimización de ruido.
Área de calidad	<ul style="list-style-type: none"> - Disminuir los ensayos de roturas. - Colocar material absorbente en las paredes internas de la prensa. - Mantenimiento de la prensa. 	<ul style="list-style-type: none"> - Minimización de ruido. - Estandarizar el número de roturas. - Aumento del ciclo de vida de la prensa.
Área de mantenimiento.	<ul style="list-style-type: none"> - Limpiar periódicamente la planta, maquinaria y equipos con Brex. 	<ul style="list-style-type: none"> - Evita el uso de martillos neumáticos.

Tabla 28: Alternativas de PML para ruido.

Fuente: Autor

ÁREA	ALTERNATIVAS DE PML	BENEFICIOS POR OBTENER
Hall de áridos.	<ul style="list-style-type: none"> - Sistema de aspersión de agua sobre materiales. - Control de humedad de áridos que llegan a planta. - Colocación de lonas sobre áridos que eviten el contacto con el aire. - Reducción en tiempos y velocidad de operación de la cargadora. - Construcción de estructura o domo para agregados. 	<ul style="list-style-type: none"> - Minimización de material particulado en el almacenamiento de agregados.
Planta de producción.	<ul style="list-style-type: none"> - Colocación de lonas en la entrada de recepción de agregados de la mezcladora. - Colocación de filtros que atrape el polvo y lo devuelva al proceso. - Mantenimiento preventivo y correctivo programado de los dosificadores de cemento. 	<ul style="list-style-type: none"> - Minimización de material particulado en la línea de producción.
Vías de circulación.	<ul style="list-style-type: none"> - Aspersión de agua en vías de circulación y patio de maniobras. - Colocación de capa asfáltica. - Colocación de hormigón premezclado sobrante. 	<ul style="list-style-type: none"> - Minimización de material particulado en vías de acceso y patio de maniobras. - Mejoramiento de vías.

Tabla 29: Alternativas de PML para material particulado.

Fuente: Autor

ÁREA	ALTERNATIVAS DE PML	BENEFICIOS POR OBTENER
Área de lavado vehículos mixer.	<ul style="list-style-type: none"> - Establecer nuevos métodos de lavado de vehículos. - Colocar pitones con cierre automático en mangueras. - Dar mantenimiento a los equipos de las recicladoras. - Limpiar reservorios de agua reciclada. 	<ul style="list-style-type: none"> - Disminución de tiempos de lavado. - Evita el desperdicio de agua. - Se mantiene el circuito cerrado de reutilización de agua. - Mayor eficiencia en la utilización de las recicladoras.
Planta de producción.	<ul style="list-style-type: none"> - Diseñar nuevos hormigones con la utilización de agua residual. - Disminuir la cantidad de agua en la limpieza de la mezcladora. - Capacitación en transporte y almacenamiento de aditivos. - Construcción de alcantarillas de aguas residuales y lluvias con destino a las recicladoras. 	<ul style="list-style-type: none"> - Costos por utilización de agua en el diseño de hormigones. - Nuevos diseños de hormigones. - Mejoras en la operatividad de la planta. - Disminuye la generación de efluentes en la actividad de lavado de la mezcladora.
Área de calidad.	<ul style="list-style-type: none"> - Utilización de floculantes en las piscinas. 	<ul style="list-style-type: none"> - Evita la descarga de efluentes de piscinas.

Tabla 30: Alternativa de PML para efluentes o descargas del proceso productivo.

Fuente: Autor

ÁREA	ALTERNATIVAS DE PML	BENEFICIOS POR OBTENER
Área de calidad.	<ul style="list-style-type: none"> - Diseñar nuevos hormigones. - Sistema de trituración de cilindros ensayados para su posterior utilización en nuevos hormigones. - Estandarizar la cantidad de hormigón necesario para la confección de cilindros. - Reciclar los desechos como guaipes, estropajos. - Reutilizar o reciclar los contenedores de Brex. 	<ul style="list-style-type: none"> - Competitividad al ofrecer hormigones limpios. - Evita el desperdicio de hormigón fresco. - Evita la acumulación de escombros y cilindros rotos. - Compromiso y reconocimiento por reutilizar y reciclar.
Área de producción.	<ul style="list-style-type: none"> - Colocación de contenedores de aditivos de mayor capacidad y abastecimiento por parte de proveedores. - Venta de contenedores de aditivos. 	<ul style="list-style-type: none"> - Evita la acumulación de contenedores de aditivos en la planta. - Mejora en el transporte y almacenamiento de aditivos.
Área de mantenimiento.	<ul style="list-style-type: none"> - Diseñar plan de entrega de insumos a choferes. - Reciclar o reutilizar los contenedores de Brex, guaipes y estropajos. - Venta de lodos residuales como material de relleno. - Incorporación de restos de hormigón al proceso. 	<ul style="list-style-type: none"> - Control sobre insumos entregados. - Compromiso y reconocimiento por reutilizar y reciclar. - Ingresos por venta de lodos. - Evita el desperdicio de materiales.

Tabla 31: Alternativa de PML para residuos sólidos.

Fuente: Autor

5. Conclusiones.

- El sector hormigonero de la ciudad de Azogues, conformada por las empresas Hormigones Guapán y Hormicenter Cía Ltda, las mismas que se dedican a la fabricación y distribución de hormigón premezclado, generan emisiones, descargas y residuos dentro de su proceso de producción.
- La producción más limpia, es un método para identificar oportunidades de mejora y hacer que los procesos que llevan estas plantas puedan llegar a ser ecoeficientes.
- La comparación entre las empresas del sector hormigonero de la ciudad de Azogues, ha permitido establecer una línea base ambiental, centrado en las tres variables como son emisiones, efluentes y residuos sólidos, dando como resultado la oportunidad de realizar mejoras, las mismas que estarán a cargo de las gerencias de cada planta.
- Si bien existe normativa respecto al análisis de la línea base, al mismo tiempo que cumplen las empresas del sector, la producción más limpia va más allá, es decir, la meta de un análisis de PML, es la reducción o eliminación de contaminantes que genere cualquier empresa, es por eso que se ha planteado una serie de alternativas que mejoren las condiciones operacionales de estas empresas del sector hormigonero.
- Varias de las alternativas son elementales y fáciles de implementar, además que varias de estas abordan la generación de contaminación en la fuente.
- Cualquier mejora implementada en las empresas, sería conveniente realizar una futura investigación basada en la línea base establecida, y obtener indicadores medioambientales que brinden toda la información y las empresas puedan gestionar y llegar a ser sustentables y competitivas a lo largo del tiempo.
- Sin duda, el establecer una línea base ambiental es el primer paso para poder fortalecer y buscar certificaciones que sustenten el compromiso del sector hormigonero con el cuidado del medio ambiente.

6. Recomendaciones.

- Una vez finalizado el trabajo de investigación, se recomienda tomar en consideración las alternativas de PML para las diferentes emisiones y residuos generados en este sector manufacturero.
- Se recomienda buscar el apoyo y compromiso de los dueños de las empresas para la implementación del plan de PML, ya que la aplicación del mismo se traduce en mayor productividad y un crecimiento sostenible a lo largo del tiempo.
- A partir de la línea base ambiental establecida, se recomienda realizar análisis periódicos con el objetivo de verificar que los valores de generación de contaminantes estén por debajo de lo establecido en el estudio realizado.
- Con el fin de mantener un modelo de producción más limpia se recomienda, inculcar una cultura de responsabilidad ambiental en los trabajadores de las organizaciones.
- Las empresas del sector hormigonero de la ciudad de Azogues, deberían implantar dentro de su gestión, políticas relacionadas al cuidado del medio ambiente y producción más limpia, con la finalidad de llegar a ser ecoeficientes.

7. Referencias bibliográficas.

- Alejandro González, Juan Ramírez, Comunicaciones Corantioquia, Subdirección de Calidad Ambiental, Universidad de Medellín, Manuela Valencia. (2014). Manual Piragüero, Medición de Caudal (Vol. Primera Edición). Medellín, Colombia. Recuperado el 8 de Julio de 2017, de http://www.piraguacorantioquia.com.co/wp-content/uploads/2016/11/3.Manual_Medici%C3%B3n_de_Caudal.pdf
- Cardona Gallo, M. M. (2006). Minimización de Residuos: una política de gestión empresarial. (Lasallista, Ed.) Producción + Limpia, 1(2), 46-57. Recuperado el 07 de Abril de 2017, de http://repository.lasallista.edu.co/dspace/bitstream/10567/226/1/pl_v1n2_46-57_Minimizaci%C3%B3n.pdf
- CEER. (2013). Centro Ecuatoriano de Eficiencia de Recursos y Producción Más Limpia. Recuperado el 08 de Abril de 2017, de <http://ceer.ec/index.php/2016/08/22/bp-246-el-ministerio-de-industrias-reconocio-a-empresas-ecuatorianas-que-trabajan-en-produccion-mas-limpia/>
- CEER. (2013). Centro Ecuatoriano de Eficiencia de Recursos y Producción más Limpia- Razón de Ser. Recuperado el 08 de Abril de 2017, de <http://ceer.ec/index.php/quienes-somos/sobreceer/>
- Centro Nacional de Producción Más Limpia y Tecnologías Ambientales. (2007). Aplicación de la Metodología de Producción Más Limpia (Primera ed.). Nueva Era. Recuperado el 05 de Abril de 2017, de <http://latinamericacaribbean.recpnet.org/uploads/resource/91bb3d8522117c5a38225f791275e359.pdf>
- Constitución. (2008). Asamblea Nacional. Obtenido de Asamblea Nacional: http://www.asambleanacional.gov.ec/documentos/constitucion_de_bolsillo.pdf
- Coronel, I. (2016). Gestión estratégica de la producción más limpia como herramienta de competitividad. Recuperado el 2 de Junio de 2017
- Coronel, I. (2016). Modelo de gestión estratégica para pyme con cuadro de mando integral. Cuenca.
- Corporación para la Investigación Socioeconómica y Tecnológica de Colombia, GAP, ACOPI, DESARROLLO, B. I., FOMIK, M., & STIFTUNG, K. A. (2002). Como llevar a cabo un diagnostico ambiental para la identificación y aprovechamiento de oportunidades de producción más limpia en las pyme. Colombia: Uricoechea publicidad.

- EKOS. (29 de Enero de 2015). Acciones responsables: MAE. EKOS. Recuperado el 10 de Abril de 2017, de <http://www.ekosnegocios.com/negocios/verArticuloContenido.aspx?idArt=5245>
- Fúquene Retamoso, C. E. (2007). Producción limpia, contaminación y gestión ambiental. Bogota: Pontificia Universidad Javeriana.
- INSHT, I. N. (Marzo de 2006). Exposición de los trabajadores al ruido. Recuperado el 30 de Junio de 2017, de http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Normativa/GuiasTecnicas/Ficheros/gu%C3%ADa_t%C3%A9cnica_ruido.pdf
- INSHT, I. N. (2011). Determinación de materia particulada, metodo gravimétrico. Recuperado el 2 de Julio de 2017, de http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/MetodosAnalisis/Ficheros/MA/MA_014_A11.pdf
- ISO, O. I. (2015). ISO 14001; Sistemas de gestión ambiental; Requisitos con orientación para su uso.
- MAE. (2003). Texto Unificado de la Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente. Quito.
- MAE. (2004). Ley de Gestión Ambiental. Obtenido de Ley de Gestión Ambiental: <http://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2012/09/LEY-DE-GESTION-AMBIENTAL.pdf>
- Mantenimiento y Tecnología, R. (Septiembre de 2010). Plantas de Hormigón. Revista M&T, 6. Recuperado el 22 de Junio de 2017, de http://www.revistamt.com.br/index.php?option=com_content&view=article&id=28:plantas-de-hormigon&catid=21:espanol
- Mogrovejo, E., & Vivar, F. (2009). Diseño del Sistema de Gestión de Calidad ISO 9001-2000 para Hormigones Guapán. Universidad Politécnica Salesiana, Cuenca. Recuperado el 29 de Mayo de 2017
- ONUDI, O. d. (s.f.). Manual de Producción Más Limpia. Recuperado el 10 de Junio de 2017, de http://www.unido.org/fileadmin/import/71360_1Textbook.pdf
- Ortiz, A., Izquierdo, H., & Rodriguez, C. (2013). Gestión Ambiental en Pymes Industriales. *Interciencia*, 38(3), 179-185.
- Plan nacional del buen vivir. (2013). Objetivo 7. Garantizar los derechos de la naturaleza y promover la sostenibilidad ambiental territorial y global. Recuperado el 10 de Abril de 2017, de <http://www.buenvivir.gob.ec/objetivo-7.-garantizar-los-derechos-de-la-naturaleza-y-promover-la-sostenibilidad-ambiental-territorial-y-global>

Sistema Nacional de Información Ambiental. (Agosto de 1998). Guía para el control y prevención de la contaminación industrial. Recuperado el 05 de Abril de 2017, de http://www.sinia.cl/1292/articles-37620_pdf_cemento.pdf

Sitios Argentina. (Febrero de 2014). Diferencia entre Cemento, Concreto, Hormigón. Recuperado el 09 de Abril de 2017, de <https://www.sitiosargentina.com.ar/cual-es-la-diferencia-entre-cementoconcreto-hormigon-y-hormigon-armado/>

TULSMA, T. U. (2003). Norma de calidad ambiental para el manejo y disposición final de desechos sólidos no peligrosos. Quito.

TULSMA, T. U. (2003). Norma de calidad ambiental y de descarga de efluentes: Recurso Agua. Quito.

TULSMA, T. U. (2003). Norma de calidad del aire ambiente. Quito.