



**UNIVERSIDAD ESTATAL DE MILAGRO**

**UNIDAD ACADÉMICA CIENCIAS DE LA  
INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**TESIS DE GRADO PREVIO A LA OBTENCION DEL TÍTULO DE  
INGENIERO INDUSTRIAL MENCION MANTENIMIENTO  
INDUSTRIAL**

**TÍTULO:**

EVALUACIÓN DEL CONTROL DE EMISIONES DE POLVO EN EL AREA  
DE LA DOSIFICADORA DE CLINKER Y REDUCCION DEL IMPACTO  
LOCAL NEGATIVO A LA SALUD DE LOS TRABAJADORES DE LA  
PLANTA DE MOLIENDA HOLCIM LATACUNGA.

**AUTOR:**

**GUERRERO URRIOLA RONALD RICARDO**

**TUTOR:**

**Msc. MIGUEL GIRÓN GUERRERO**

**MILAGRO, NOVIEMBRE DEL 2014**

**ECUADOR**

## **ACEPTACION DEL TUTOR**

|

En mi calidad de tutor del proyecto de investigación, nombrado por el consejo directivo de la Unidad académica de Ciencias de la Ingeniería Industrial de la Universidad Estatal de Milagro certifico que:

Hago constar que he analizado el proyecto de grado presentado por el Sr. Ronald Ricardo Guerrero Urriola, para optar al título de Ingeniero Industrial mención en mantenimiento industrial y que acepto tutoriar, durante la etapa del desarrollo del trabajo hasta su presentación, evaluación y sustentación.

Milagro, a los .... días del mes de ..... del 2014.

-----

**Msc. Miguel F. Girón G**

## **DECLARACIÓN DE AUTORÍA DE TESIS**

Yo como autor de esta investigación declaro ante el Consejo Directivo de la Unidad Académica Ciencias de la ingeniería de la Universidad Estatal de Milagro, que el trabajo presentado es de mi propia autoría, no contiene material escrito por otra persona, salvo el que está referenciado debidamente en el texto; parte del presente documento o en su totalidad no ha sido aceptado para el otorgamiento de cualquier otro Título o Grado de una institución nacional o extranjera.

Milagro, a los .... días del mes de ..... de .....

---

Ronald Ricardo Guerrero Urriola

CI: (091892830-0)

## CERTIFICACIÓN DE LA DEFENSA

El TRIBUNAL CALIFICADOR previo a la obtención del título de Ingeniero Industrial otorga al presente proyecto de investigación las siguientes calificaciones:

MEMORIA CIENTIFICA	[ ]
DEFENSA ORAL	[ ]
TOTAL	[ ]
EQUIVALENTE	[ ]

---

PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

---

PROFESOR DELEGADO

---

PROFESOR SECRETARIO

## **DEDICATORIA**

A Jehová Dios quien ha sido el motor de mi esfuerzo y dedicación durante todo el transcurso de esta etapa de preparación profesional.

A mis familiares más cercanos por el inmensurable respaldo a esta iniciativa, pues nunca dejaron de creer en mi capacidad y perseverancia.

Dedico este trabajo a la Universidad Estatal de Milagro representada por sus autoridades e ilustres catedráticos que nunca dudaron en invertir horas de enseñanza y esfuerzo en beneficio de nuestra preparación.

Dedico este esfuerzo a todos esos estudiantes que están en el trayecto de una carrera, difícil pero muy gratificante, aquellos que nunca miraron atrás sino más bien avanzan hacia adelante con paso firme y seguro en pro de unos días mejores.

## **AGRADECIMIENTO**

Expreso mi profundo y más sincero agradecimiento a mi tutor de proyecto Ing. Miguel Girón Guerrero quien con su vasta experiencia supo asesorarme en la elaboración del presente trabajo de grado hasta su feliz culminación.

Un especial agradecimiento a mis compañeros de aula con los cuales estudiamos hombro a hombro día a día en el salón de clases, talleres, etc. Con los cuales nos propusimos una meta, un objetivo y un propósito a alcanzar.

Finalmente agradezco a todos los que aportaron de alguna forma con su granito de arena, teniendo presente que la consecución de un proyecto se consigue con el esfuerzo de todos.

## CESIÓN DE DERECHO DEL AUTOR

Doctor

---

**Msc. FABRICIO GUEVARA VIEJÓ**

Rector de la Universidad estatal de Milagro

**Presente**

Mediante el presente documento, libre y voluntariamente procedo a hacer entrega de la Cesión de Derecho del Autor del Trabajo realizado como requisito previo para la obtención de mi Título de Tercer Nivel, cuyo tema fue: “ ESTUDIO DEL CONTROL DE EMISIONES DE POLVO EN EL AREA DE LA DOSIFICADORA DE CLINKER Y REDUCCION DEL IMPACTO LOCAL NEGATIVO A LA SALUD DE LOS TRABAJADORES DE LA PLANTA DE MOLIENDA HOLCIM LATACUNGA.” y que corresponde a la Unidad Académica de Ciencias de la Ingeniería.

Milagro.....de.....2014.

---

Nombre

---

Firma del egresado(a)

CI: .....

## INTRODUCCION

El presente trabajo de investigación tiene como propósito principal realizar un proceso investigativo profundo con el fin de determinar los motivos por los cuales se generan emisiones de polvo en el área de la balanza dosificadora de Clinker en la Planta de Molienda Holcim Latacunga tomando en cuenta que es una planta que trabaja las 24 horas del día; en 3 turnos laborales de 8 horas durante los 365 días del año y posee un molino vertical de rodillos con una capacidad de molienda de 110 toneladas por hora y una capacidad de producción instalada para producir 750 mil toneladas de cemento por año. Todo con el fin de satisfacer la demanda del producto a la zona central del país: Ambato, Quito y las provincias del Oriente.

Debido a la constante permanencia del personal de producción en la planta de molienda de Cemento Holcim Latacunga se encuentran expuestos a respirar este polvo que es nocivo para la salud y el sistema respiratorio. Es de mucha importancia realizar este estudio para así poder determinar la factibilidad de adquirir e instalar sistemas de filtrado en las áreas más críticas el área de molienda.

Es también de gran importancia realizar este estudio debido a que existen sectores poblados alrededor de la planta que creemos podrían también verse afectados por la polución generada por la producción de cemento, por eso la propuesta que presenta este trabajo investigativo es el de llevar un plan periódico de monitoreo en puntos estratégicos de la planta y exteriores para así determinar que alcance tienen las emisiones de polvo y tomar las debidas medidas correctivas y decidir que tecnología en control de emisiones es la más apropiada a implementar.



## INDICE GENERAL

### INTRODUCCIÓN

### CAPITULO I

#### EL PROBLEMA

#### 1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1.1	Problematización.....	01
	Macro.....	01
	Micro.....	04
1.1.2	Delimitación del problema.....	08
1.1.3	Formulación del problema.....	09
1.1.4	Sistematización del problema.....	09
1.1.5	Determinación del tema.....	10

#### 1.2 OBJETIVOS 10

1.2.1	Objetivo General.....	10
1.2.2	Objetivos Específicos .....	10

#### 1.3 JUSTIFICACION

1.3.1	Justificación Teórica.....	11
1.3.2	Justificación practica.....	12

### CAPITULO II

2.1	MARCO TEORICO.....	13
-----	--------------------	----

2.1.1	Antecedentes históricos.....	13
2.1.2	Antecedentes referenciales.....	14
2.2	MARCO LEGAL.....	25
2.3	MARCO CONCEPTUAL.....	28
2.4	HIPOTESIS Y VARIABLES.....	34
2.4.1	Hipótesis General.....	34
2.4.2	Hipótesis Particulares.....	34
2.4.3	Declaración de variables.....	35
2.4.4	Operacionalización de las variables.....	36
2.4.5	El cemento y su relación con el medioambiente.....	38
2.4.6	Tipos de emisiones generadas por el Cemento.....	39
2.4.7	Emisiones por el horno en la producción de Clinker.....	40
2.4.8	Procesos de cantera vs procesos de transporte.....	41
2.4.9	Tecnologías alternativas Precipitadores electrostáticos.....	43

## **CAPITULO III**

### **3.1 MARCO METODOLOGICO**

3.1.1	Tipo y diseño de la investigación.....	48
3.1.3	Modalidad básica de la investigación.....	48
	Bibliográfica	

3.1.4	Exploratorio.....	49
3.1.5	Experimental.....	49
3.2	<b>LA POBLACION Y LA MUESTRA</b>	
3.2.1	Características .....	50
3.2.2	Delimitación de la población.....	50
3.2.3	Tipo de muestra.....	50
3.2.4	Tamaño de la muestra.....	50
<b>3.3</b>	<b>LOS METODOS Y LAS TECNICAS</b>	
3.3.1	Métodos empíricos fundamentales	
	Observación.....	54
3.3.2	Métodos Empíricos complementarios	
	La encuesta.....	54
3.3.3	Recolección de información.....	54
<b>3.4</b>	<b>TRATAMIENTO ESTADISTICO DE INFORMACION.....</b>	<b>56</b>

## **CAPITULO IV**

### **ANALISIS E INTERPRETACION DE RESULTADOS**

<b>4.1</b>	<b>ANALISIS DE LA SITUACION ACTUAL.....</b>	<b>57</b>
4.2	ANALISIS COMPARATIVO, EVOLUCIÓN, TENDENCIAS Y PERSPECTIVAS.....	58
4.3	RESULTADOS.....	68
4.4	VERIFICACION DE LA HIPOTESIS.....	70

## **CAPITULO V**

### **PROPUESTA**

<b>5.1</b>	<b>TEMA.....</b>	<b>72</b>
5.2	FUNDAMENTACION.....	72
5.3	JUSTIFICACION.....	73
5.4	OBJETIVO GENERAL DE LA PROPUESTA.....	74
5.5	OBJETIVOS ESPECIFICOS DE LA PROPUESTA.....	74
5.6	UBICACIÓN.....	75
5.6	FACTIBILIDAD.....	76
5.7	DESCRIPCION DE LA PROPUESTA.....	77
5.7.1	Actividades.....	77
5.7.1.1	Recolección de la información.....	77
5.7.1.2	Características del equipo a utilizar.....	78
5.7.1.3	Comparación de características técnicas entre equipos.....	80
5.7.1.4	Proyección y diseño de plano del filtro.....	82
	<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>83</b>
	<b>RECOMENDACIONES.....</b>	<b>84</b>
	<b>BIBLIOGRAFIA.....</b>	<b>85</b>
	<b>ANEXOS</b>	
	ANEXO A: Encuesta dirigida al personal de planta holcim Latacunga.....	86
	ANEXO B: Programa de diseño autocad 2011 utilizado para elaboración de planos...	87

## INDICE DE CUADROS

<b>Cuadro 1</b>	
Elementos de la fórmula para determinar Muestra Finita	51
<b>Cuadro 2</b>	
Desglose muestra tomada Planta Holcim Latacunga	53
<b>Cuadro 3</b>	
Preguntas directrices para recolección de información	55
<b>Cuadro 4</b>	
Enfermedades producidas dentro de planta	58
<b>Cuadro 5</b>	
Enfermedades adquiridas con el tiempo	59
<b>Cuadro 6</b>	
Causales de enfermedades	60
<b>Cuadro 7</b>	
Posibilidad de reducir emisiones	61
<b>Cuadro 8</b>	
Principal causa generadora de polvo	62
<b>Cuadro 9</b>	
Criterios sobre inversión en nueva tecnología	63
<b>Cuadro 10</b>	
Capacitaciones recibidas	64
<b>Cuadro 11</b>	
Conocimientos básicos sobre colectores	65

<b>Cuadro 12</b>	
Mantenimiento periódico de colectores.....	66
<b>Cuadro 13</b>	
Criterio personal sobre daños al medioambiente.....	67
<b>Cuadro 14</b>	
Ventajas y desventajas de los filtros de mangas.....	81
<b>Cuadro 15</b>	
Ventajas y desventajas de los precipitadores electrostáticos.....	82
<b>Cuadro 16.</b>	
Características técnicas de los equipos auxiliares.....	84

## INDICE DE FIGURAS

### FIGURA 1

Imagen que muestra el proceso de producción del cemento 1

### FIGURA 2

Representación esquemática del molino vertical de rodillos 2

### FIGURA 3

Informe de material particulado 4

### FIGURA 4

Procesos del cemento que generan emisiones 5

### FIGURA 5

Área descarga de dosificador de Clinker 5

### FIGURA 6

Sala de almacenamiento de materiales Clinker y yeso 6

### FIGURA 7

Nótese el material particulado asentado en el piso Área Balanza de Clinker 7

### FIGURA 8

Situación actual del área dosificador de Clinker y emisiones de polvo 8

### FIGURA 9

Representación gráfica del sistema respiratorio y sus partes 16

### FIGURA 10

Tanquero para humectación de vías de cantera. con Cap. 3000 gal. 42

<b>FIGURA 11</b>	
Principio Básico de funcionamiento de un electrofiltro	44
<b>FIGURA 12</b>	
Precipitador electrostático en una industria	45
<b>FIGURA 13</b>	
Partes principales de un precipitador electrostático	46
<b>FIGURA 14</b>	
Formula población finita	51
<b>FIGURA 15</b>	
Enfermedades producidas por emisiones de polvo	58
<b>FIGURA 16</b>	
Probabilidad de adquirir enfermedad profesional	59
<b>FIGURA 17</b>	
Factores que generan daño a la salud	60
<b>FIGURA 18</b>	
Posibilidad de disminución de emisión de partículas	62
<b>FIGURA 19</b>	
Causantes de emisiones en la planta cementera	63
<b>FIGURA 20</b>	
Opinión del personal sobre compra de tecnologías	64
<b>FIGURA 21</b>	
Capacitación sobre el polvo y sus consecuencias a la salud	65



<b>FIGURA 22</b>	
Conocimiento sobre colectores de polvo y su funcionamiento	66
<b>FIGURA 23</b>	
Inclusión de los sistemas colectores en mantenimiento programado	67
<b>FIGURA 24</b>	
Daños del proceso cementero al ecosistema y vegetación	68
<b>FIGURA 25</b>	
Ubicación geográfica de la ciudad de Latacunga	74
<b>FIGURA 26</b>	
Vista superior de la planta de molienda Holcim Latacunga	75
<b>FIGURA 27</b>	
Diagrama de un filtro fuera de línea	77
<b>FIGURA 28</b>	
Fotografía de una manga y su respectiva jaula	78
<b>FIGURA 29</b>	
Esquema representando un filtro de proceso en circuito con un separador ciclónico	79
<b>FIGURA 30</b>	
Diseño general del plano del nuevo filtro de mangas	82

## **INTRODUCCION**

El presente trabajo de investigación tiene como propósito principal realizar un proceso investigativo profundo con el fin de determinar los motivos por los cuales se generan emisiones de polvo en el área de la balanza dosificadora de Clinker en la Planta de Molienda Holcim Latacunga tomando en cuenta que es una planta que trabaja las 24 horas del día; en 3 turnos laborales de 8 horas durante los 365 días del año y posee un molino vertical de rodillos con una capacidad de molienda de 110 toneladas por hora y una capacidad de producción instalada para producir 750 mil toneladas de cemento por año. Todo con el fin de satisfacer la demanda del producto a la zona central del país: Ambato, Quito y las provincias del Oriente.

Debido a la constante permanencia del personal de producción en la planta de molienda de Cemento Holcim Latacunga se encuentran expuestos a respirar este polvo que es nocivo para la salud y el sistema respiratorio. Es de mucha importancia realizar este estudio para así poder determinar la factibilidad de adquirir e instalar sistemas de filtrado en las áreas más críticas el área de molienda.

Es también de gran importancia realizar este estudio debido a que existen sectores poblados alrededor de la planta que creemos podrían también verse afectados por la polución generada por la producción de cemento, por eso la propuesta que presenta este trabajo investigativo es el de llevar un plan periódico de monitoreo en puntos estratégicos de la planta y exteriores para así determinar que alcance tienen las emisiones de polvo y tomar las debidas medidas correctivas y decidir que tecnología en control de emisiones es la más apropiada a implementar.

# CAPITULO I

## EL PROBLEMA

### 1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

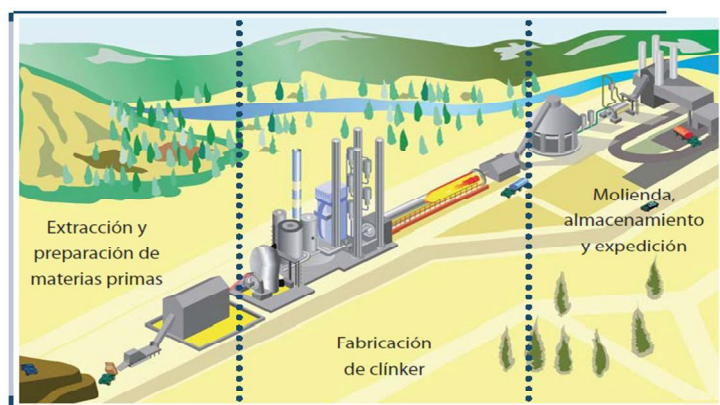
#### 1.1.1 Problematicación

##### Macro

La industria del cemento tiene un impacto ambiental potencialmente negativo para la salud todo esto en función de su localización cercana a áreas demográficamente pobladas y tomando en cuenta que a mayor densidad demográfica aledaña a la industria mayor es el porcentaje de daño a los habitantes.

Las industrias cementeras a nivel mundial generan grandes cantidades de emisiones de partículas a la atmosfera, desde hace mucho tiempo atrás sobre todo en los países industrializados, todo esto conlleva a perjudicar la salud de los habitantes cercanos a la industria.

**Figura 1.** Imagen que muestra el proceso de producción del cemento



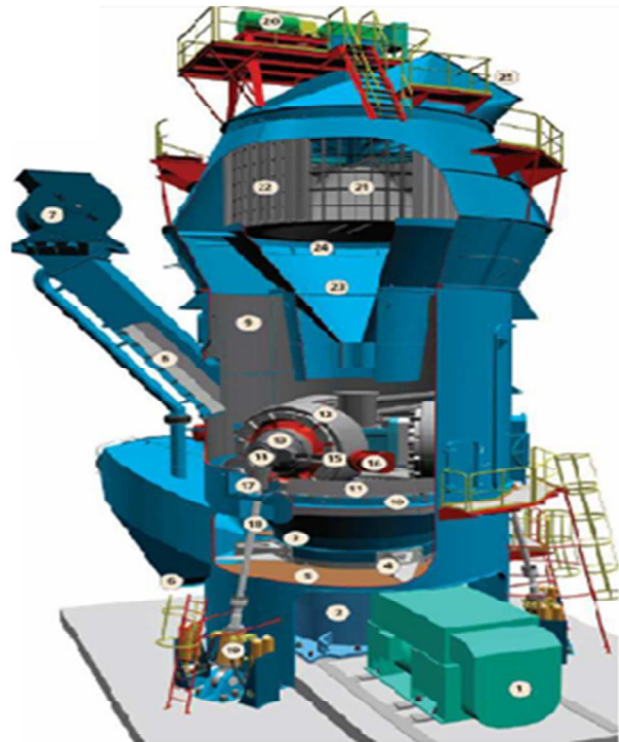
**Elaborado por:** Ronald Guerrero U

Los impactos ambientales negativos en las operaciones del cemento suceden en las siguientes áreas de proceso:

- Transporte y descarga de materiales (material particulado)
- Manejo y almacenamiento de materia prima (partículas)
- Transporte de material por sistema de bandas hasta la alimentación del molino  
(En este proceso entre la descarga de una banda a otra se generan emisiones de partículas al aire)
- En proceso de molienda (material particulado)
- El polvo libre emanado en el proceso especialmente la sílice tiene el potencial de deteriorar la salud de los trabajadores de la empresa tanto propios como de servicios a terceros pudiendo finalmente producir la SILICOSIS en el trabajador.

**Figura 2.** Representación esquemática del molino vertical de rodillos

1. Molino de rodillos
2. Caja de engranajes
3. Mesa de molienda
4. Rastra para circulación externa
5. plato final de molino
6. circulación de material para salida externa
7. Circulación material de salida exterior.
8. Caída de alimentación equipada con chapa de acero inoxidable.
9. Línea de acero soldable del hogar del molino.
10. Anillo boquilla
11. Cono guía de aire chapa de cromo.




**Elaborado por:** Ronald Guerrero U.  
**Fuente:** Curso de cemento lección 14  
molino

Generalmente las plantas cementeras montan sus instalaciones lo más cerca posible a los yacimientos o canteras de piedra caliza (material de mayor relevancia en la composición del cemento) para así evitar el coste del transporte; no obstante a pesar de la cercanía el transporte del material desde el yacimiento hasta el área de acopio o sala de almacenamiento de materia prima generan grandes emisiones de polvo a la atmosfera

lo que constituye un impacto potencial negativo a la atmosfera, en el caso de nuestra planta de molienda de cemento esta ubicada estratégicamente cerca de yacimientos de Puzolana que es donde tiene ubicadas sus canteras de extracción de este material que corresponde al 40% de la composición del producto final.

El control de polvo que resulta del transporte del material puede ser uno de los retos más importantes y difíciles para las empresas cementeras, las emisiones generadas por bandas transportadoras, pilas de acopio y caminos de cantera pueden ser los mayores degradadores de la calidad del aire en comparación con el proceso del horno y la molienda.

**Figura 3.** Informe de material particulado

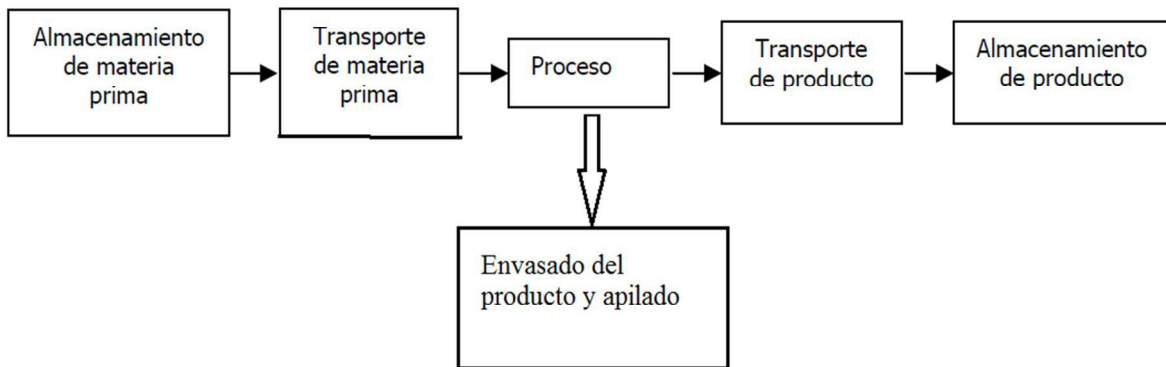
	<b>INFORME DE ANALISIS</b> <b>MATERIAL PARTICULADO EN AIRE AMBIENTE</b> <b>Nº 12-022</b>	MC2302-01
		Fecha de Envío: 07/05/2012
		Pág.: 2 de 11

Proviene del Código: DCP-IPSOMARY-12-061

DATOS GENERALES			
Nombre o razón social de la fuente:	Dirección del Cliente:	Responsable o persona de contacto:	Ubicación de la fuente y puntos de medición:
HOLCIM ECUADOR S.A.	Provincia de Cotopaxi, Barrio San Rafael, Vía San Juan.	Ing. Denny Guerrero	<b>FUENTE:</b> HOLCIM ECUADOR S.A. <b>PUNTOS DE MEDICIÓN:</b> Planta Latacunga y sus alrededores.
CARACTERISTICAS GEOGRAFICAS DEL SITIO DE TOMA DE MUESTRA			
Ubicación del Receptor	Tipo de Suelo	Descripción de áreas colindantes	
Los puntos se ubicaron en distintos lugares, dentro y fuera de las instalaciones de la Planta Latacunga.	P1.-P2. Césped. P3. - P4. - P9. - P10. Cemento P5. - P6. Césped P7.-P8. Puzolana	P1.-P2. Instalaciones de la Planta, torre eléctrica y cercanía de vías internas. P3.-P4. Patio central de una casa, cercanía a la Planta, vías de tránsito y cancha de fútbol. P5.-P6. Cerros, viviendas y varios árboles. P7.-P8. Área boscosa, aproximadamente a 300 metros tabernáculo. P9.-P10. Viviendas, cerros y árboles.	
CONDICIONES OPERATIVAS DE LAS INSTALACIONES			
HOLCIM ECUADOR S.A. - Planta Latacunga está ubicada en la vía San Juan, Latacunga. Posee una capacidad instalada de producción anual de 750 mil toneladas. El cemento que proviene de esta Planta cubre las necesidades de la zona de Ambato, Latacunga, Quito y sus alrededores. La Planta Latacunga cuenta con una central de puzolanas que suministra a la misma Planta y a la Planta Guayaquil.			
DESCRIPCION DE PROCEDIMIENTOS Y DATOS DEL ANALISIS			
Tipo de medición realizada	PM 10 Partículas con un diámetro Aerodinámico ≤10 micrómetros.	<input checked="" type="checkbox"/>	PM 2.5 Partículas con un diámetro Aerodinámico ≤2.5 micrómetros.
Equipos de medición	Marca BGI Incorporated	Modelo PQ200	Serie 0890
	BGI Incorporated	PQ200	1008
Procedimiento y Método de Medición utilizado: Método Gravimétrico; PEE/IPSOMARY/02-04; PEE/IPSOMARY/03-04		Desviaciones al método y/o al procedimiento:  N.A.	
Fecha de recepción de los filtros utilizados P1. (PM10):  30 de Abril del 2012	Fecha de medición P1. (PM10):  23-24 Abril del 2012	Hora inicio de medición: 10:30	
		Hora final de medición: 09:31	
Fecha de recepción de los filtros utilizados P2. (PM2.5):  30 de Abril del 2012	Fecha de medición P2. (PM2.5):  23-24 Abril del 2012	Hora inicio de medición: 10:35	
		Hora final de medición: 09:36	

**Elaborado por:** Ronald Guerrero U.  
**Fuente:** Empresa Medio Ambiental YPSOMARY

**Figura 4.** Procesos del cemento que generan emisiones



**Elaborado por:** Ronald Guerrero

**FUENTE:** Ronald Guerrero U.

### **Micro**

En Planta Holcim Latacunga todo el personal desde gerencia hasta el personal operativo de campo está plenamente comprometido con la preservación del medio ambiente y la seguridad y la salud de todos los colaboradores propios, personal externo, contratistas y comunidades aledañas a nuestra empresa que puedan verse afectadas con las emisiones derivadas de nuestras operaciones de producción. No es en vano que planta Holcim Latacunga haya recibido certificaciones de las principales normas internacionales: ISO 14001 y OSHAS 18000

**Figura 5.** Área descarga de dosificador de clinker/  
Observe el polvo alrededor



**Elaborado por:** Ronald Guerrero Urriola

**Fuente:** Planta Holcim Latacunga

A pesar de todo este esfuerzo e ingente inversión en recursos humanos, monetario, sistemas modernos de control de emisiones, existe todavía un significativo porcentaje de emanaciones de material particulado que no se ha podido controlar y/o estabilizar.

Una de las áreas que generan gran cantidad de partículas de Clinker y que dichas emisiones se generan en grandes cantidades es el área de acopio mejor conocida como sala FAM que es una nave de almacenamiento de materiales de unos 280 mts x 40 mts de superficie, donde se almacena el yeso y Clinker con una capacidad de almacenamiento de 20.000 toneladas.

Esta área de acopio esta totalmente cerrada y techada y el polvo proveniente del material allí apilado queda dentro de la misma sala. También se ha implementado sistemas de ventiladores con filtros para palear en algo las partículas suspendidas en el aire generadas en los puntos de descarga dentro de la sala de acopio, ya que existe personal de planta que realiza labores de mantenimiento periódicamente dentro de la sala y personal contratista que realiza labores de limpieza diariamente dentro de dicha área.

**Figura 6.** Sala de almacenamiento de materiales Clinker y yeso



**Elaborado por:** Ronald Guerrero U.

**Fuente:** Planta Holcim Latacunga



**Figura 7.** Nótese el material particulado asentado en el piso  
Área Balanza de clinker



**Elaborado:** Ronald Guerrero U.

**Fuente:** Planta Holcim Latacunga

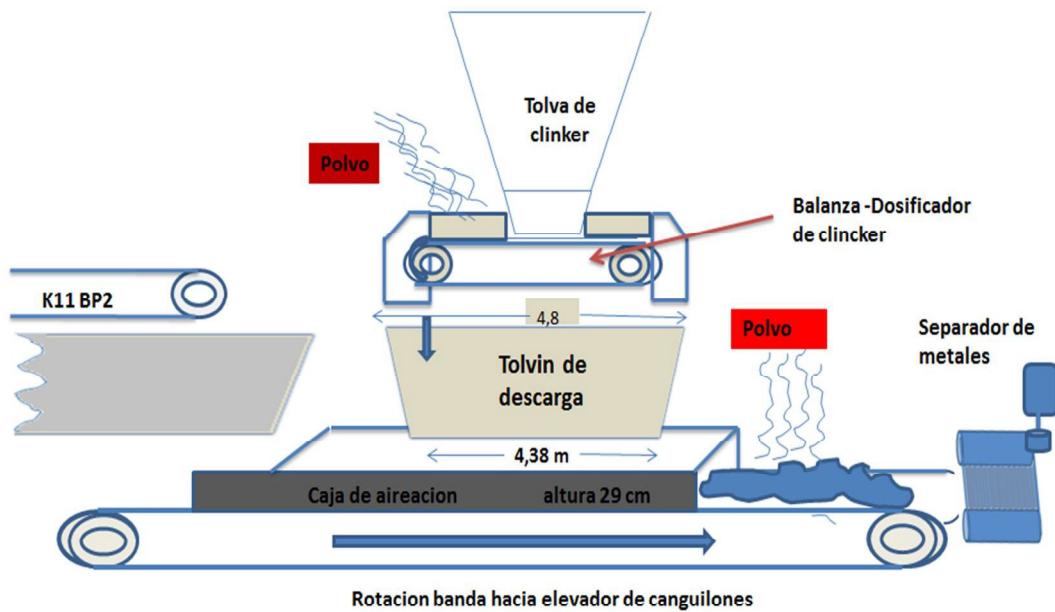
Hemos hablado en varias oportunidades de material particulado pero consideremos su definición real y característica:

El material particulado está constituido por material sólido o líquido en forma de partículas (microscópico) que están presentes en la atmósfera en condiciones normales.

Se designa como PM<sub>2.5</sub> al material particulado cuyo diámetro aerodinámico es menor a 2.5 micras.

Se designa como PM<sub>10</sub> al material particulado cuyo diámetro aerodinámico es menor a 10 micras.

**Figura 8.** Situación actual del área dosificador de Clinker y emisiones de polvo



**Elaborado por:** Ronald Guerrero U.

**Fuente:** Holcim Latacunga

### 1.1.2 Delimitación del Problema

En base a lo anterior, el problema lo planteamos así: “Elevado nivel de emisiones de polvo generadas por la empresa cementera Holcim latacunga”

**Área:** Planta de cemento Holcim Latacunga – provincia de Cotopaxi

**Aspecto:** emisiones de material particulado nocivos a la salud de los trabajadores de la planta de molienda Holcim Latacunga.

Este trabajo investigativo se realizara en Planta Holcim Latacunga ubicada en el barrio San Rafael vía a San Juan.

### **1.1.3 Formulación del Problema**

¿En qué medida afecta las emisiones de material particulado que genera el área de la dosificadora de Clinker la ocurrencia de posibles enfermedades profesionales en la salud de los colaboradores de la Planta de Molienda Holcim Latacunga durante el año 2014?

### **1.1.4 Sistematización del problema**

¿En qué medida afecta las emisiones de polvo de una planta cementera a la salud del ser humano?

¿Qué es más conveniente en un plan de mantenimiento de filtros: La reparación o la sustitución de partes defectuosas?

¿En qué medida inciden las emisiones de polvo de una cementera al ecosistema o medioambiente?

¿Podemos de una manera eficaz detener o reducir las emisiones de partículas del área de molienda de la planta?

### **1.1.5 Determinación del tema**

Estudio del control de emisiones de polvo en el área de la dosificadora de Clinker y reducción del impacto local negativo a la salud de los trabajadores de la planta de molienda Holcim Latacunga.

## **1.2 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACION**

### **1.2.1 Objetivo general**

Valorar las emisiones de material particulado en área de molienda de la Planta holcim Latacunga y su incidencia negativa en la salud del personal y su correspondiente impacto ambiental negativo y elaborar un método de contingencia que logre disminuir o extinguir tales emisiones.

### **1.2.2 Objetivos Específicos**

- Identificar los puntos críticos que generan la fuga de partículas al ambiente en la dosificadora de Clinker ayudara a disminuir los riesgos asociados.
- Proponer con base a estudios y observación realizados una solución técnica factible para la eliminación total de partículas de cemento de la dosificadora de Clinker.
- Identificar los daños producidos por el constante contacto del polvo con la vegetación para luego socializar dichos riesgos con el personal.

## **1.3 JUSTIFICACION**

### **1.3.1 Justificación Teórica**

El objetivo de este proyecto es investigar las causas que producen estas emanaciones de polvo al ambiente, realizar un análisis y evaluar la factibilidad de una solución a esta problemática con el fin de reducirla o eliminarla en su totalidad, buscando de esta manera el único fin que es “ CERO DAÑO A LAS PERSONAS” que es nuestro lema en holcim Ecuador, y como tal es una política de empresa invertir en la elaboración de

soluciones realizables y factibles para reducir las fuentes de origen de daños a los colaboradores de planta y al medio ambiente.

El ser humano como talento o recurso humano como se lo conoce en el mundo laboral puede aportar tanto a una organización, debido a los conocimientos ganados a lo largo de su experiencia de trabajo, estudios realizados y habilidades innatas para realizar distintas actividades inherentes a su trabajo, es por eso y mucho más que para holcim el talento humano es uno de los recursos más invalorable que posee, pero a la vez sabemos que el cuerpo humano es tan frágil y susceptible a los agentes nocivos externos como la polución.

Los agentes más dañinos son las partículas generadas de la producción de cemento como el polvo de sílice que con el paso del tiempo y exposición prolongada sin protección adecuada puede degenerar en la llamada silicosis.

El control del polvo es un asunto de responsabilidad y de sentido común y es por eso que nuestro objetivo común como empresa debe estar dirigido a encarar los retos que la salud y la seguridad claman, con el objeto de eliminar las enfermedades industriales y asegurar un medio ambiente de trabajo seguro.

Todos estos esfuerzos se deben mantener como una de las principales prioridades de la empresa y de todos aquellos quienes la conforman.

### **1.3.2 Justificación Práctica**

Tratar de eliminar la fuente de emisión de polvo en todas las áreas de planta holcim Latacunga es una tarea titánica, pero la propuesta del presente proyecto es atacar una de las áreas donde se genera gran cantidad de emisiones como el área de molienda, en el sector de la dosificadora de Clinker. Cabe destacar que aquí ya existe un sistema de control de polvo pero en la actualidad y por la gran demanda del producto y por la elevada producción de cemento resulta insuficiente.

La elaboración y puesta en práctica de este proyecto aportara entre otros, los siguientes beneficios:

- Reducir tiempo y costos de mantenimiento para realizar calibraciones y limpieza de rodillos en dosificadora de Clinker.
- Disminución de personal ausente debido a enfermedades alérgicas o de otra índole derivadas de respirar las partículas suspendidas en el aire.
- Optimización e incremento de la producción de cemento debido a que habrá menos paradas inesperadas.

## CAPITULO II

### 2.1 MARCO TEORICO

#### 2.1.1 Antecedentes Históricos

Durante los últimos años que han transcurrido, las normas para la producción de cemento han tenido marcados cambios todo con el fin de producir cemento sin generar gases de efecto invernadero y sobre todo el dióxido de carbono generados en los hornos de cocción del cemento.

Las fábricas de cementos alrededor del mundo desde mucho tiempo atrás, vienen emitiendo considerables cantidades de contaminantes al ambiente ya sea provenientes de fuentes puntuales y fuentes dispersas entre los que tenemos:

- Las emisiones provenientes de fuentes puntuales son generadas durante todo el proceso productivo como son molienda, combustión, secado y son canalizadas al exterior a través de chimeneas, etc. Entre otras tenemos:
  1. Partículas solidas
  2. Óxido de nitrógeno
  3. Dióxido de azufre
  
- Las emisiones desde fuentes dispersas a diferencia de otro tipo de fuentes no están debidamente determinadas sus emisiones sino más bien se dan en distintas partes del proceso y no están ligadas a los procesos ni de combustión, molienda o secado y se dan en los siguientes procesos de producción de las plantas : cargas discontinuas a las bañeras por las cargadoras frontales o palas mecánicas, el proceso de apilamiento y almacenamiento de la piedra caliza a la intemperie, el tránsito de camiones por vías no pavimentadas o si lo están, se encuentran cubiertas de material a lo largo de la vía y también debido a la erosión de los

suelos y los fuertes vientos que levantan gran cantidad de polvo en áreas no cubiertas.

La industria cementera a nivel mundial ha venido realizando importantes avances en pro de una producción más amigable con el medio ambiente.

“Holcim en busca siempre del desarrollo sostenible es miembro de la Cement Sustainability Initiative (CSI), que agrupa a los 23 productores de cemento más importantes del mundo, con operaciones en más de 100 países, que creen en el desarrollo sostenible de la industria del cemento.”

### **2.1.2 Antecedentes Referenciales**

La **Organización Panamericana de la Salud** a través de: el Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente (CEPIS) en su curso denominado Orientación para el Control de la Contaminación del Aire nos dice: el aire que respiramos está compuesto de muchos componentes químicos en mínimas cantidades entre los que tenemos: el dióxido de carbono, el gas argón, neón, helio, hidrogeno y metano, pero los componentes principales son: Oxígeno, nitrógeno y el vapor de agua.

Las actividades realizadas por el ser humano han venido a ser los mayores degradadores de la atmosfera y el medio ambiente generando un efecto dañino en la composición del aire, tenemos la quema de combustibles fósiles, la generación de contaminantes industriales entre otros han cambiado su composición introduciendo contaminantes introducidos en el Dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>), monóxido de carbono (CO), compuestos orgánicos volátiles (COV), óxidos de nitrógeno (NO<sub>x</sub>) y partículas sólidas y líquidas mejor conocidas como material particulado, cabe recalcar que estos contaminantes pueden ser generados por medios naturales, no obstante el mayor degradador de nuestro ecosistema y generador de tales emisiones es el ser humano con sus actividades tanto industriales, laborales o domésticas.

Los contaminantes del aire pueden tener un efecto nocivo sobre nuestra salud, así como de las plantas y de los animales, también nos dice la CEPIS en este curso que agravan



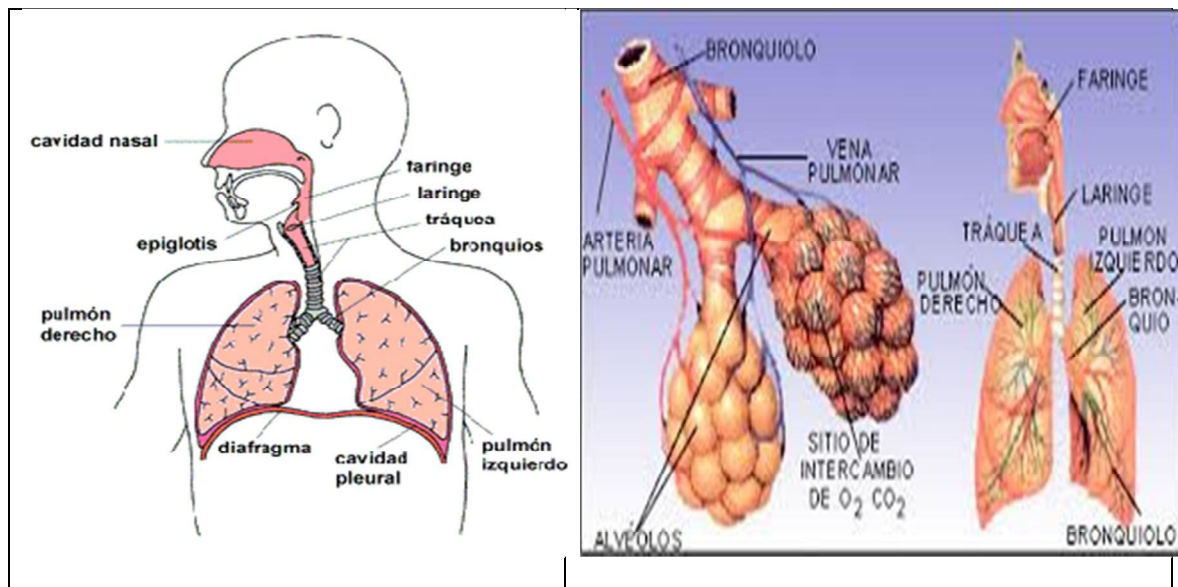
también el problema el exceso de población y de industrias en un área geográfica reducida.

La polución puede afectar directamente los ojos, la piel y otras partes del cuerpo, cabe recalcar que una de las partes de nuestro cuerpo que pueden verse vulnerada es el sistema respiratorio.

Veamos brevemente como funciona:

Todo inicia desde la nariz que funciona como filtro primario de nuestro sistema, pues los vellos pequeños están en condición húmedas y calientes y retienen las partículas grandes de manera eficaz, de allí el aire con las partículas más pequeñas que han logrado traspasar nuestro primer sistema de filtrado pasa a la faringe y laringe antes de llegar a la parte superior de la tráquea, ahí la tráquea se divide en dos partes denominadas bronquios izquierdo y derecho que a su vez internamente contiene compartimentos más pequeños llamados bronquiolos que contienen internamente millones de bolsitas de aire conocidas como alveolos que junto a los bronquiolos conforman los pulmones.

**Figura 9.** Representación gráfica del sistema respiratorio y sus partes



**Elaborado por:** Ronald Guerrero U.

De acuerdo a la obra titulada: Directrices de fabricación de cemento para la eliminación de residuos publicada por la oficina de Asuntos del medio Ambiente del Banco Mundial, las partículas son la causa más importante del impacto ambiental negativo en la industria del cemento. Los precipitadores electrostáticos, o los filtros de mangas, son un requerimiento rutinario para controlar las emisiones de partículas de los procesos. El control del polvo que resulta del transporte de los materiales es uno de los desafíos más retadores de los responsables del control ambiental en la industria del cemento. Se puede mantener limpios los camiones de la planta con aspiradoras y/o rociadores, a fin de eliminar el polvo atmosférico causado por el tráfico y el viento.

También se puede tomar como medida la disminución de la velocidad del camión para generar menos contaminación y el encarpado completo del área de carga del camión para así mantener todo el material y sus partículas dentro.

### **Curso de capacitación de transporte y despolvamiento – Año: 2009**

#### **Curso organizado y dictado por la planta cementera Holcim Guayaquil**

#### **Facilitador: Ing. Dennys Guerrero**

De acuerdo a la información encontrada en este curso vemos que el diseño y construcción de los equipos de transporte y alimentación de materia prima ya sea esta yeso, Clinker o el producto final cemento están normados y establecidos sus parámetros de fabricación en equipos tales como bandas transportadoras, instalación de rodillos de transporte, rodillos de impacto y sus respectivos ángulos para así evitar desalineamientos de la banda todo esto con el fin de minimizar fugas de polvo al aire.

La construcción de chutes tienen distintos diseños para así evitar tanto derrame y precipitación del material (cualquiera que sea) al piso o fugas de partículas al ambiente.

Realizar una inspección de todos los equipos de transporte de material en busca de fugas o desempeño ineficiente para identificar la causa de dicha fuga o ineficiencia, y

rediseñar el equipo de ser posible de acuerdo a normas de construcción y diseño ya establecidas.

Según **Arnaldo Cardim de Carvalho Filho**, en su obra: *Análisis del ciclo de vida productos del cemento* podemos deducir lo siguiente:

Previa lectura de esta tesis podemos determinar que las microscópicas partículas de polvo existentes en la atmosfera y que pasan muchas veces inadvertidas puede causar un grave daño a la salud del ser humano iniciando por el aparato respiratorio. Los efectos de este material particulado corresponde al grupo de impactos de ámbito local, entre estas partículas se consideran las correspondientes al Dióxido de azufre, al polvo y al hollín que se deriva de la combustión.

**Boletín informativo ASOCEM (Asociación de productores de Cemento) y su artículo titulado: *El cemento y el medio ambiente nos dice:***

El cemento es un producto imprescindible para el desarrollo sostenible de las grandes ciudades, evidenciando un gran aporte ecológico.

El cemento presenta dos situaciones:

**Primero:** En su proceso de producción genera cantidades considerables de emisiones al ambiente

**Segundo:** El producto final o sea el cemento sirve para la construcción de casas, hospitales, pavimentación de avenidas y carreteras. Como dato adicional, para la producción de 1 m<sup>3</sup> de cemento se consume menos de la mitad de energía producida por un combustible fósil que consumiría la producción de 1 m<sup>3</sup> asfalto.

También con el cemento se producen estanques y cisternas de grandes proporciones para el almacenamiento de agua potable para las grandes y pequeñas ciudades así como también los viaductos o acueductos para transportar dicha agua a nuestros hogares, con cemento se construyen las piscinas de oxidación de residuos líquidos provenientes de

las alcantarillas y drenajes para así darles un tratamiento ambiental más eficaz y amigable con el ambiente.

**ASOCEM** recomienda también lo siguiente que el polvo sobre todo la sílice libre constituye un grave riesgo para la salud de los trabajadores de la planta, entonces los procesos en la producción de cemento que generan impacto potencial negativo a la salud de los trabajadores requiere que exista un compromiso por parte los supervisores y gerentes de las plantas para que así apoyen la gestión de la operación de control de los residuos contaminantes. Entre la nómina del personal de la fábrica debe haber un ingeniero especializado y preparado en equipos con tecnología de punta para el control de emisiones, métodos de control y monitoreo de la contaminación tanto atmosférica como hídrica.

En caso de no existir se deben establecer las normas de seguridad y salud para la planta, estos incluyen los métodos que mantienen controlados las emisiones de polvo y sílice libre en un nivel inferior a lo que dictan las normas nacionales y en caso de no haberlas remitirse a las dictaminadas por el BANCO MUNDIAL, también el autor recomienda un programa anual de exámenes médicos para el personal, así como capacitación en salud y manejo medio ambiental de desechos generados por la planta y la concepción de buenas prácticas medioambientales.

También esta enciclopedia recomienda un completo monitoreo, pues un plan correcto de monitoreo de la planta o algún sitio específico es muy importante.

Un buen plan debe incluir los siguientes aspectos:

- Control de la opacidad de los gases de la chimenea
- Control de sitios de trabajo para ubicar presencia de polvos fugitivos
- Control del nivel de Ph
- Control de los residuos del proceso de lixiviación
- Control de la calidad de aire ambiental para detectar presencia de partículas suspendidas.

**Sans Fonfria y De Pablo Rivas** en su libro titulado **Ingeniería Ambiental: Contaminación y tratamientos**, argumentan y afirman que el principal compuesto del cemento Portland es el carbonato cálcico ( $\text{CaCO}_3$ ), que se lo encuentra en forma de rocas y es muy abundante en la tierra y se lo obtiene de la piedra caliza, las fábricas de cemento dadas sus características producen y fabrican polvo y en ellas se trata material pulverulento seco y caliente, a lo largo de la línea de producción existe áreas donde se generan escapes de este polvo como la chimenea principal y también en los sistemas de transporte: desde las canteras al proceso y a través de las bandas transportadoras, los autores aquí concluyen que la magnitud de esto depende del sistema de despolvado seleccionado por la planta.

La fuente principal generadora de polvo más importante son las chimeneas en los gases de combustión, se observó detenidamente los ciclones que presentan ineficacia en la colección de partículas muy finas y junto con los filtros de bolsas no han podido retener las emisiones de partículas finas a la atmósfera.

Para terminar los autores llegan a la conclusión que el principal problema en la producción de cemento no son las emisiones de dióxido de azufre  $\text{SO}_2$ , pues una gran cantidad de azufre se combina con el Clinker producido quedando allí fusionado y retenido.

Según **Salvador Ordóñez García, Eva Díaz Fernández y Paz Orviz Ibáñez** en su obra titulada: *Desafíos Tecnológicos de la Nueva Normativa Sobre Medio Ambiente Industrial* la primera reacción en torno al problema medioambiental en la era pre industrial provocado por actividades industriales fue la de intentar frenar los medios generadores de contaminación o intentar al menos alejarlos de los sectores más vulnerables a esta problemática como lo son las áreas pobladas.

Ya con el conocimiento de la capacidad de propagación de un contaminante a través de un medio como un fluido, se puede tener conocimiento de los puntos sensibles de mayor concentración del contaminante, y relacionar el porqué de dicha concentración con las propiedades propias del fluido o medio de transporte del agente contaminante, así podremos establecer límites de emisión y obtener niveles aceptables y tolerables de dichas emisiones tanto para el medio ambiente como para las personas.

También resaltan en la década de los noventa, varios países europeos sintiendo compromiso social con el cuidado del medio ambiente comenzaron a establecer sus propias normativas y leyes ambientales que tenían marcadas diferencias entre un país a otro, lo que generaba el problema al intentar establecer negocios o convenios comerciales entre las empresas de un país a otro, de esta manera existía la necesidad de un ente regulador no gubernamental que estandarizara las normas a seguir por las industrias de un país a otro, para así poder obtener productos de excelente calidad con el menor daño al medio ambiente en sus respectivas operaciones productivas.

Fue así que en el año de 1992 la ISO fue invitada a la cumbre para la Tierra en la ciudad de Rio de Janeiro, En esa cumbre ISO se compromete a crear normas para la protección del medio ambiente, claro está que al ser **ISO** una institución no gubernamental estas leyes son sugestivas mas no obligatorias es decir que el país que deseaba aceptarlas lo hacía, y el que no, no tenía que hacerlo.

En 1992 se conformó un comité técnico formado por aproximadamente 60 personas y fue así que en 1996 se lanzó la primera parte de lo que hoy conocemos como la norma ISO 14000, con estos estándares ya se podía hablar en un lenguaje medioambiental común para poder satisfacer las demandas de entidades gubernamentales con sus demandas de producción amigables con el ambiente y de los clientes consumidores.

**La Comisión nacional del Medioambiente** en su Guía para el control y la prevención de la contaminación industrial dice que los impactos ambientales actuales y potenciales generados por la industria cementera son principalmente la emisión de polvo al aire, constituido de partículas de distinto tamaño.

De acuerdo al proyecto de descontaminación de la ciudad de Santiago estas emisiones generan un impacto ambiental negativo local, muy poco valorado y monitoreado por lo que recomiendan realizar estudios cuantitativos específicos de emisiones acerca de este asunto.

El material particulado ya sea este PM2.5 o PM 10, tiende a depositarse sobre la vegetación como hojas y follaje de los arboles lo que impide la recepción de los rayos del sol y dificulta la fotosíntesis.

Estos polvos también intervienen en el intercambio gaseoso de las plantas, al bloquear los poros de las estomas, y su alcalinidad provoca alteraciones químicas en los órganos

externos de los vegetales (saponificación de la cutícula protectora y lesión de las células interiores) y el suelo.

Así mismo estos polvos pueden elevar los niveles de pH del suelo y de esta manera afectar y disminuir el crecimiento de las plantas retardándolo porque se combinan con el agua y formar compuestos que generan costras que impiden el paso del agua a niveles inferiores donde se encuentran las raíces que tanto necesitan del agua para el desarrollo y alimentación de la planta. Además, sobre frutos blandos y vegetales pueden producir un sabor desagradable y reducir su valor en el mercado. En medios neutros, se ha comprobado que las especies acidófilas (como las papas) son afectadas en presencia del polvo de cemento.

También si las aguas lluvia en terreno con pendiente pronunciada o no, arrastran el material particulado o polvo de cemento contenido en dicha superficie llevando hasta estanques, depósitos de aguas subterráneas y superficiales y de allí van canalizadas a los ríos que posteriormente irrigaran plantaciones, árboles y demás vegetación viéndose afectadas por estas aguas contaminadas.

José Leal en su obra titulada Ecoeficiencia: marco de análisis, indicadores y experiencias argumenta que la industria del cemento ha estado ligada siempre a la contaminación del medio ambiente y por su aportación a la destrucción del medioambiente sin dar mayor aporte a esta problemática, tan solo dando pocas soluciones técnicas.

Según información estadística obtenida de fuentes fidedignas la producción mundial de cementos de escorias de hierro o Clinker de altos hornos genera el 5% de las emisiones de CO<sub>2</sub> a nivel mundial, entonces la solución medioambiental posible para disminuir estas emisiones es aumentar la proporción de aglomerantes naturales en el cemento.

Podemos seguir como ejemplo el caso de la unión Europea que debido a la gran incidencia del CO<sub>2</sub> en la generación de gases de efecto invernadero, han decidido cobrar una especie de multas por la generación desproporcionada de este contaminante en las actividades productivas de las empresas manufactureras.

También resalta el autor José Leal que haciendo una entrevista a habitantes de asentamientos cercanos a las plantas cementeras coincidieron que el principal agente contaminante son las grandes cantidades de polvo, seguidamente destaca el autor los niveles elevados de ruido generados por las fabricas sobre todo si la fábrica esta cercana

a zonas pobladas y finalmente las emisiones aparentemente invisibles pero los más dañinos son los gases generados por los procesos de combustión como NO<sub>x</sub>, (óxido de nitrógeno) SO<sub>x</sub> (óxido de azufre) y CO<sub>x</sub>(óxidos de carbono).

Según estudios del caso la mayor parte de los contaminantes mencionados anteriormente pueden ser neutralizados o al menos disminuidos significativamente por ejemplo en el caso del polvo se puede hacer inversiones en equipos modernos de filtrado y de esta manera aislar las principales fuentes de polvo fugitivo de las plantas, en el caso del ruido se puede reemplazar el tradicional con equipos silenciadores en los ventiladores principales para reducir el ruido en un 20%.

La **Organización Panamericana de la Salud** a través de una de sus entidades: el Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente (CEPIS), indica que el material particulado incluye pequeñas partículas líquidas y sólidas y pueden ser el humo, polvo, vapor y neblina, con tamaños inferiores a 2,5 y 10 micras respectivamente, este tipo de partículas al ser tan pequeñísimas son muy peligrosas y nocivas para la salud que las de mayor tamaño y son consideradas como contaminantes críticos. Las técnicas de control de emisiones se enfocan en contener y capturar las partículas emitidas de una fuente contaminante.

La **CEPIS** aconseja que ante de elegir o decidir entre una técnica de control o dispositivo de control de emisiones de los distintos que existen debemos tomar en cuenta lo siguiente: Comúnmente las partículas emitidas por una fuente son encausadas a través de una chimenea o ducto hacia la atmósfera por lo general hasta un punto alto. Para decidir a implementar un dispositivo de control en nuestro proceso productivo la CEPIS recomienda tomar en cuenta las siguientes características de la corriente de partículas:

1. La variedad del tamaño de las partículas en la corriente de escape.
2. La tasa de flujo de escape
3. Temperatura de la corriente o flujo
4. Contenido de humedad
5. Propiedades químicas del flujo de la corriente de escape como: capacidad explosiva, acidez, alcalinidad e inflamabilidad.



Para ejemplificar detallamos los dispositivos de control más conocidos y utilizados:

- Precipitadores electrostáticos
- Filtros
- Lavadores de venturi
- Ciclones
- Cámaras de sedimentación

La Organización Panamericana de la Salud nos dice también que algunas técnicas existentes para controlar las emisiones contaminantes no requieren de equipos especiales adicionales, sin embargo recalca que si pueden requerir control agregado, pero veamos a continuación que es el control agregado:

### **Control agregado**

El Control Agregado es aquel que se añade a los procesos de control con el fin de capturar y destruir los contaminantes, la técnica recomendable para capturar y disminuir los contaminantes depende mucho del tipo de emisión ya sea gas o partículas.

Hay variedad de contaminantes dependiendo del tipo de industria y su respectivo proceso de producción entre los contaminantes tenemos los de tipo: Gaseoso, sólidos y líquido, los de tipo gaseoso son entre otros óxido de azufre, óxido de nitrógeno, monóxido de carbono, etc. También dice el autor que muchos contaminantes de alta peligrosidad son gases. Las emisiones contaminantes de tipo líquido y sólido conocidos también como partículas incluyen el polvo, cenizas, humos contaminantes y vapores de metales.

Las técnicas para el control de emisiones que podemos anotar abajo en porcentaje de eficacia de menor a mayor tenemos:

#### **1. Buenas prácticas de operación**

Las buenas prácticas de proceso incluyen los métodos y técnicas de sentido común como son los mantenimientos e inspecciones periódicas de instalaciones y equipos.

En una planta química el mantenimiento e inspección de equipos en busca de fugas de compuestos orgánicos volátiles (C.O.V), constituirían un ejemplo de una buena práctica de operación. Un programa de inspección regular con el uso de dispositivos sencillos de

detección de fugas junto a una rápida y oportuna intervención a las fugas de partículas detectadas disminuirían considerablemente las emisiones contaminantes de cualquier tipo de planta industrial.

## **2. Cambio de combustibles**

El uso de un tipo de carbón bajo en azufre en lugar de uno con un alto contenido del mismo, esto lograría reducir la emisión de dióxido de azufre, también tenemos como ejemplo: el cambio del carbón por el gas natural que es menos contaminante.

## **3. Cambio de procesos**

Un cambio de proceso puede en el proceso de conversión de una fuente energía que utiliza algún tipo de combustible fósil por una fuente que utilice energía hidroeléctrica o solar, como ejemplo podemos citar que un generador que opera con diesel u otro combustible fósil genera mayor contaminación que uno de energía solar o hidroeléctrica.

Y si las anteriores no resultan tenemos entonces:

## **4. El cierre de plantas.**

El cierre de plantas constituye la medida más eficaz para reducir al máximo las fuentes contaminantes, claro está que es una medida extrema en situación igualmente extremas, como por ejemplo en situaciones incontrolables de contaminación del aire. También existe la alternativa de cambiar antiguas instalaciones o equipos industriales generadores de contaminación debido a su vetustez por unos nuevos, modernos y tecnológicamente diseñados y fabricados.

## **2.2 MARCO LEGAL**

El trabajo es uno de los mayores privilegios que puede tener el ser humano y también es un derecho que es amparado por países extranjeros desde mucho tiempo atrás.

El Gobierno de la república del Ecuador siguiendo este modelo desde hace un tiempo viene expidiendo leyes a favor de los trabajadores a través de sus entes encargados de esta rama como lo es el Ministerio de Relaciones Laborales, también tenemos al

Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social (IESS). En este apartado nos vamos a referir a las leyes que controlan y rigen las leyes medio ambientales.

### **Ministerio de Ambiente de Ecuador**

El MAE es la autoridad ambiental del Ecuador, que ejerce en forma eficaz y eficiente el rol rector de la gestión ambiental, que permita garantizar un ambiente sano y ecológicamente equilibrado para hacer del país, una nación que conserva y usa sustentablemente su biodiversidad; mantiene y mejora su calidad ambiental, promoviendo el desarrollo sustentable y la justicia social, reconociendo al agua, suelo y aire como recursos naturales estratégicos.

El Ministerio del Ambiente y su unidad de prevención de la contaminación ambiental previene el deterioro calificando previamente el deterioro del ambiente durante la ejecución una obra pública, privada o mixta y los proyectos de inversión que puedan causar un impacto ambiental negativo, permitiendo de esta manera la ejecución de la producción de un bien, producto o servicio ambientalmente sostenible, igualmente minimizar el impacto a través de mecanismos y alternativas.

El ministerio tiene un área de acreditación, que como autoridad nacional ambiental tiene toda la potestad de acreditar a los gobiernos autónomos descentralizados (municipios, provincias) para que puedan a su vez extender permisos, certificar compañías de producción ya sea de bienes o de servicios de consumo masivo, que estén cumpliendo con las normas exigidas y realizando sus actividades productivas minimizando los impactos ambientales y con desarrollo sostenible.

Este proceso sirve para descentralizar la Gestión Ambiental a los Gobiernos Provinciales y Municipales que hayan cumplido con los requisitos para la Acreditación establecidos en el Sistema Único de Manejo Ambiental (SUMA), pasando a formar parte del Sistema Nacional descentralizado de Gestión Ambiental.

La Ley de Gestión Ambiental establece que la Autoridad Ambiental Nacional la ejerce el Ministerio del Ambiente, instancia rectora, coordinadora y reguladora del sistema nacional descentralizado de Gestión Ambiental; sin perjuicio de las atribuciones que en el ámbito de sus competencias y acorde a las Leyes que las regulan, ejerzan otras instituciones del Estado.

Según la Nueva Constitución de la República del Ecuador indica:

## TITULO VII

### Régimen del Buen Vivir

## CAPÍTULO SEGUNDO

### Biodiversidad y Recursos Naturales

**Art 395.-** La Constitución reconoce los siguientes principios ambientales:

1. El Estado garantizará un modelo sustentable de desarrollo ambientalmente equilibrado y respetuoso de la diversidad cultural, que conserve la biodiversidad y la capacidad de regeneración natural de los ecosistemas, y asegure la satisfacción de las necesidades de las generaciones presentes y futuras.
2. 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.
3. 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.
4. En caso de duda sobre el alcance de las disposiciones legales en materia ambiental, éstas se aplicarán en el sentido más favorable a la protección de la naturaleza.

## 2.3 MARCO CONCEPTUAL

**Alcalinidad:** La basicidad o alcalinidad es la capacidad ácido neutralizante de una sustancia química en solución acuosa. Esta alcalinidad de una sustancia se expresa en equivalentes de base por litro o en su equivalente de carbonato cálcico. Propiedad de un material cuyo pH se encuentra entre 7 y 14, por ejemplo el cemento.

**Alveolo:** Cada una de las fositas hemisféricas en que terminan las últimas ramificaciones de los bronquiolos.

**Antropico:** Antrópico es un adjetivo que vendría a significar : relativo al hombre o a lo antropogenético, esto es, a lo causado por el hombre. Hablamos de factores antrópicos cuando nos referimos a la actividad humana, de riesgos antrópicos cuando hablamos de nuestra intervención.

**Arcilla:** Tierra finamente dividida, constituida por agregados de silicatos de aluminio hidratados que procede de la descomposición de minerales de aluminio, blanca cuando es pura y con coloraciones diversas según las impurezas que contiene.

**Asocem:** Asociación de Productores de Cemento

**Azufre:** Elemento químico de número atómico 16 muy abundante en la corteza terrestre, se encuentra nativo en forma de sulfuros como la pirita o la galena o de sulfatos como el yeso. Se utiliza para la vulcanización del caucho, como fungicida e insecticida y para la fabricación de pólvora.

**Calentamiento Global:** Es el fenómeno del aumento en la temperatura de la atmósfera terrestre y de los océanos en las últimas décadas. Los contaminantes del aire se acumulan en la atmósfera formando una capa cada vez más gruesa, atrapando el calor del sol y causando el calentamiento del planeta.

**Carbonato Cálxico:** El carbonato cálcico o carbonato de calcio es el principal compuesto del cemento y es el producto obtenido por molienda fina o micronización de calizas extremadamente puras, por lo general con más del 98.5% de contenido en CaCO<sub>3</sub>.

**Cemento:** Mezcla formada de arcilla y algunos elementos calcáreos, sometidos a cocción y muy finamente molida, que adicionándole agua se solidifica y endurece (fraguado).

**Chute:** un canal inclinado o pasaje vertical en la que el agua, yeso, carbón, etc., se puede descargar a un nivel inferior, un canal inclinado, como un ducto, tubo o eje, para el transporte de agua, cereales, carbón, etc., a un nivel inferior.

**Clinker:** El Clinker portland se forma tras calcinar caliza y arcilla a una temperatura que está entre 1350 y 1450 °C. El clínger es el producto del horno que se muele para fabricar el cemento portland. Caliza cocida esa es la definición más exacta de lo que se conoce como clinker, la principal materia prima de la que se obtiene el cemento.

**Contaminación del aire:** Es la presencia de sólidos, líquidos o gases en concentraciones que interfieren con el disfrute del medio ambiente, o en niveles nocivos para las personas, los animales, la vegetación o los materiales.

**Desarrollo sostenible:** Se llama desarrollo sostenible a aquel desarrollo que es capaz de satisfacer las necesidades actuales, sin comprometer los recursos y posibilidades de las futuras generaciones, por ejemplo: cortar árboles de un bosque asegurando la repoblación es una actividad sostenible. Por el contrario el consumir petróleo no es una actividad sostenible con los conocimientos actuales, pues no se conoce sistema alguno capaz de crear petróleo a partir de la biomasa.

**Dióxido de azufre:** El dióxido de azufre es un óxido cuya fórmula molecular es SO<sub>2</sub>. Es un gas incoloro con un característico olor asfixiante, El dióxido de azufre es el

principal causante de la lluvia ácida ya que en la atmósfera es transformado en ácido sulfúrico.

**Ecoeficiencia:** La **ecoeficiencia** es la estrategia medioambiental de reducir el impacto de un producto o servicio aumentando la eficiencia de utilización de los recursos.

**Ecosistema:** Un **ecosistema** es un sistema natural que está formado por un conjunto de organismos vivos (biocenosis) y el medio físico donde se relacionan (**biotopo**). Un ecosistema es una unidad compuesta de organismos interdependientes que comparten el mismo **hábitat**.

**Efecto corona:** El efecto corona es un fenómeno eléctrico que se produce en los conductores de las líneas de alta tensión y se manifiesta en forma de halo luminoso a su alrededor. Dado que los conductores suelen ser de sección circular, el halo adopta una forma de corona, de ahí el nombre del fenómeno.

**Faringe:** La faringe es una estructura en forma de tubo que ayuda a respirar y está situada en el cuello y revestido de membrana mucosa; conecta la nariz y la boca con la laringe y el esófago respectivamente, y por ella pasan tanto el aire como los alimentos, por lo que forma parte del aparato digestivo así como del respiratorio.

**Fibrosis pulmonar:** La fibrosis pulmonar es una enfermedad pulmonar intersticial caracterizada por la sustitución de tejido pulmonar por tejido conectivo. En análisis radiológicos se observa presencia de cicatrices en los pulmones. De forma gradual, los alveolos son reemplazados por tejido fibrótico.

Al formarse una cicatriz, el tejido se vuelve más grueso, causando una pérdida irreversible de la capacidad de intercambio de gases que disminuye progresivamente la oxigenación tisular general.

**Fotosíntesis:** La fotosíntesis es el proceso por el cual las plantas verdes, las algas y algunas bacterias utilizan la energía de la luz para su desarrollo, crecimiento y

reproducción. Consiste en la transformación de la energía lumínica en energía química que hace que la materia inorgánica (agua y dióxido de carbono) se vuelva orgánica.

**Hollín:** Se llama hollín a las partículas sólidas de tamaño muy pequeño en su mayoría compuestas de carbono impuro, pulverizado, y generalmente de colores oscuros más bien negruzcos resultantes de la combustión incompleta de un material (madera, carbón, etc.).

**Material Particulado:** Este término se refiere a partículas sólidas o líquidas que son transportadas por el aire (ej. hollín, aerosoles, polvo, humos, etc.).

**Medioambiente:** Por medio ambiente se entiende todo lo que rodea a un ser vivo. Entorno sociedad en su conjunto. Comprende el conjunto de valores naturales, sociales y culturales existentes en un lugar y en un momento determinado, que influyen en la vida del ser humano y en las generaciones venideras.

**Mg/Nm<sup>3</sup>:** miligramo por metros cúbicos, esta unidad se usa como variable para el volumen Nm<sup>3</sup>(metros cúbicos) y el contenido del gas contaminado esta dado en miligramos.

**CO<sub>x</sub>:** Los óxidos de carbono son otra familia importante de contaminantes siendo los principales el monóxido de carbono (CO) y el dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>). El monóxido de carbono es el contaminante más abundante en la capa inferior de la atmosfera, el principal origen de las emisiones de monóxido de carbono es antropogenico, derivadas de la combustión incompleta de combustibles en especial los carburantes de los automóviles.

**Nox:** El termino oxido de nitrógeno (No) se aplica a varios compuestos químicos binarios gaseosos formados por la combinación de oxígeno y nitrógeno. Es un término genérico que hace referencia a un grupo de gases muy reactivos [tales como el óxido nítrico (NO) y el dióxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>)] que contienen nitrógeno y oxígeno en diversas proporciones.



**Laringe:** La laringe es un órgano tubular, constituido por varios cartílagos en la mayoría semilunares. Además, comunica a la faringe con la tráquea y se halla delante de aquella, Es una estructura músculo-cartilaginosa, situada en la parte anterior del cuello.

**pH:** El pH es una medida utilizada en química para evaluar la acidez o alcalinidad de una sustancia por lo general en su estado líquido (también se puede utilizar para gases).

**PM10:** Son aquellas partículas que tienen un diámetro equivalente o menor a 10 micras.

**PM2.5:** Aquellas partículas cuyo diámetro es menor o igual a 2,5 micras

**Polución:** La polución es la introducción por causas antrópicas de determinadas sustancias o de formas de energía que producen efectos biológicos adversos para los seres humanos, las actividades económicas o para el ecosistema, producidas por los residuos de procesos industriales o biológicos.

**Polvo:** Parte más menuda y deshecha de la tierra muy seca, que con cualquier movimiento se levanta en el aire.

**Ppm:** Partes por millón, es la unidad de medida con la que se evalúa la concentración. Se refiere a la cantidad de unidades de la sustancia (agente, etc.) que hay por cada millón de unidades del conjunto. Por ejemplo si en un millón de granos de arroz se pintara uno de negro este sería una (1) parte por millón (se abrevia como ppm).

**Proceso Húmedo:** proceso mediante el cual La alimentación al horno se produce en forma de una pasta con un grado de humedad comprendido entre el 30 y el 40%. El horno necesita una zona adicional para efectuar la deshidratación, lo que hace que sean excesivamente largos para una producción dada. Asimismo, se requiere una adición extra de calor para evaporar el agua.

**Proceso Seco:** parte del proceso de homogenización en el que la humedad de la alimentación a la llegada al horno o al sistema de precalentamiento es inferior al 1%. En el proceso vía seca el crudo a su salida de la homogenización pasa a los sistemas de alimentación y de éste aun precalentador constituido al menos por una etapa de ciclones.

**Pulverulento:** En estado de polvo, polvoriento.

**Riesgo:** Es la posibilidad de que ocurra: accidentes, enfermedades ocupacionales, daños materiales, incremento de enfermedades comunes, insatisfacción e inadaptación, daños a terceros y comunidad, daños al medio y siempre pérdidas económicas.

Combinación de la probabilidad (s) y la consecuencia (s) de ocurrencia de un evento identificado como peligroso.

**Seguridad y salud en el trabajo:** Es la ciencia, técnica y arte multidisciplinaria, que se ocupa de la valoración de las condiciones de trabajo y la prevención de riesgos ocupacionales, a favor del bienestar físico, mental y social de los trabajadores (as), potenciando el crecimiento económico y la productividad de la organización.

**Silicosis:** Enfermedad crónica del aparato respiratoria, muy común entre los mineros, operadores de cantera, etc., producida por el polvo de sílice.

**Sox:** Los óxidos de azufre se forman por la combustión de azufre(S) presente en el carbón y petróleo, en porcentajes que varían entre el 0,1 y un 5% obteniéndose el SO<sub>2</sub> (dióxido de azufre) y el SO<sub>3</sub> (trióxido de azufre). El SO<sub>2</sub> es un gas incoloro que resulta irritante si su concentración es superior a 3 ppm.

**SST:** Salud y seguridad en el trabajo.

**Tráquea:** Es parte del aparato respiratorio, es un tubo hueco localizada en el cuello, que se extiende entre la laringe y termina dividiéndose o transformándose en los dos bronquios Principales, y se sitúa por delante del esófago. La tráquea está formada por

numerosos hemianillos cartilagosos, abiertos por su parte dorsal, que es adyacente al esófago.

## **2.4 HIPOTESIS Y VARIABLES**

### **2.4.1 Hipótesis General**

Las emisiones de material particulado que genera el área de la dosificadora de Clinker generaran posibles enfermedades profesionales en la salud de los colaboradores de la Planta de Molienda Holcim Latacunga.

### **2.4.2 Hipótesis Particulares**

Un buen programa de mantenimiento para los filtros requiere una inspección regular para determinar si se requiere cambiar las mangas que presenten desgaste, a veces es más conveniente cambiar las mangas en determinado tiempo según el estado, tiempo de vida útil, y así se evitara hacer inspecciones frecuentes y reparaciones costosas.

- a) La identificación de los puntos críticos de fuga de partículas al ambiente en la dosificadora de Clinker ayudara a disminuir o eliminar las emisiones contaminantes y el daño a la salud.
- b) La propuesta de una reestructuración del plan de mantenimiento evitara la continua reparación de filtros y disminuiremos costos de reparación.
- c) Al identificar los daños a la vegetación y controlar las emisiones de polvo, disminuiremos el daño.

### **2.4.3 Declaración de Variables**

**Variable Independiente:** Control de emisiones de polvo al medioambiente.

**Variable Dependiente:** Prevención de posibles enfermedades profesionales en los trabajadores.

## 2.4.4 Operacionalización de las Variables

**Matriz de operacionalización de variables; Variable Independiente:** Control de emisiones de polvo al medioambiente.

Conceptualización	Dimensiones	Indicadores	Ítems	Técnicas e instrumentos
<p><b>Control de emisiones de polvo</b></p> <p>Método o técnica a través de la cual se evalúa y diagnostica las emisiones de polvo en determinado lugar generalmente en la industria y se toma medidas correctivas para reducir o neutralizar la fuente principal de emisiones.</p>	<p>Trabajadores afectados en su salud por la polución</p> <p>Control de emisiones de polvo nocivas al tracto respiratorio de los habitantes</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Reporte de personas con enfermedades respiratorias.</li> <li>- Registros de empresa, y encuesta a personal involucrado</li> <li>- Informes digitales e impresos emitidos por empresas contratadas para control de emisiones</li> <li>- Entrevista con los habitantes de sectores aledaños a la planta</li> </ul>	<p>¿Existe una manera alterna de prevenir las enfermedades generadas por el polvo y cuáles son las principales afecciones?</p> <p>¿Cuáles son las principales fuentes emisoras de contaminantes del ambiente en la planta?</p>	<p>Encuestas (recolección de datos)</p> <p>Investigación bibliográfica (lectura)</p> <p>Exploración y análisis de campo. (Lista de cotejo)</p>

**Matriz de operacionalización de variables: Variable Dependiente:** Prevención de posibles enfermedades profesionales en los colaboradores.

<b>Conceptualización</b>	<b>Dimensiones</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Items</b>	<b>Técnicas e instrumentos</b>
<p><b>Enfermedad Profesional</b></p> <p>estado patológico permanente o temporal que sobrevenga como consecuencia obligada y directa de la clase de trabajo que desempeña el trabajador, o del medio en que se ha visto obligado a trabajar, y que haya sido determinada como enfermedad profesional por el gobierno nacional.</p>	<p>Disminución de emisiones nocivas a la salud de los colaboradores.</p> <p>Medidas y técnicas de análisis cuantitativo de emisiones</p> <p>Mejoramiento de la salud y calidad de vida de los trabajadores de la planta.</p>	<p>- Informes de emisiones de empresas ambientales.</p> <p>- Reportes de análisis visual del entorno.</p> <p>Historia clínica de trabajadores.</p>	<p>¿Qué factores influyen en la presencia de partículas contaminantes en el ambiente?</p> <p>¿De qué manera se puede informar y/o capacitar a todo el personal sobre esta problemática y sus consecuencias?</p> <p>¿Actualmente en Planta Latacunga existe un proyecto de evaluación de emisiones?</p>	<p>Datos obtenidos de equipos de monitoreo en campo</p> <p>Encuesta dirigida al personal operativo de planta.</p> <p>Observación de campo a nivel exploratorio</p> <p>Archivo de RR.HH</p>

## **EL CEMENTO Y SU RELACION CON EL MEDIO AMBIENTE**

El cemento es un producto esencial y es símbolo del desarrollo sostenible que cubre las necesidades de la sociedad, proporcionando viviendas confortables, seguras e infraestructuras sólidas.

El cemento ha sido uno de los símbolos de modernización y progreso de las ciudades donde se ha extendido su uso, quien no ha paseado por grandes avenidas y calles de las distintas metrópolis y ha podido observar parques, plazas, grandes edificios, centros comerciales, etc. todo aquello teniendo como común denominador el cemento.

Con el cemento y otros aditamentos se produce el concreto u hormigón el cual es inmejorable para mantener el equilibrio ecológico veamos porque:

1. El concreto nos sirve para la captación, tratamiento, almacenamiento y distribución del agua potable en las grandes y pequeñas urbes.
2. Con concreto se construyen también las piscinas de acopio y tratamiento final de las aguas residuales y así evitar la contaminación de ríos y mares.
3. También se construyen las barreras para la protección de ciudades costeras a fin de prevenir los oleajes y ¿porque no?, de posibles tsunamis.
4. Para la construcción y protección de barreras anti ruidos.
5. Actualmente se utilizan en la fabricación de durmientes en vías férreas, logrando así detener la tala de árboles y contribuyendo en el mejoramiento del ecosistema.

El cemento es útil para consolidar residuos sólidos, también es un gran estabilizante para los residuos destinados para los rellenos sanitarios.

Algo que vale la pena destacar en favor de la producción de cemento es que en los altos hornos donde se cuece el cemento a temperaturas superiores a 1400°C se puede utilizar combustibles alternativos para reducir las emisiones de combustión de combustibles

fósiles derivados del petróleo, entre estos combustibles alternativos tenemos: Los neumáticos usados de los vehículos, grandes cantidades de harinas y grasas de animales contaminadas, los aceites usados tienen un gran poder calorífico, lodos contaminados de la industria papelera, etc. y lo más importante es que las emisiones de hollín y gases generados por la quema de este tipo de combustibles no sale de la chimenea del horno pues los residuos se mezclan y fusionan con el Clinker quedando así totalmente neutralizados .

Las emisiones que van a la atmosfera por las chimeneas están compuestas por partículas de cal y arcilla, que son similar a las generadas en el proceso de extracción de la materia prima de las canteras.

## **TIPOS DE EMISIONES GENERADAS POR LA PRODUCCION DEL CEMENTO**

Los principales contaminantes atmosféricos en la producción de Clinker son:

- Oxido de nitrógeno y otros compuestos nitrogenados (NOx)
- Dióxido de azufre y otros compuestos sulfurosos (SOx)
- Partículas.

Otras de menor importancia:

- Compuestos orgánicos volátiles
- Metales y sus compuestos

La emisión de Dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), aun no siendo toxico su efecto de gas invernadero hace que sea de vital importancia su control y manejo.

La emisión de partículas generadas en la producción del cemento es muy pequeñísima de tal manera que pueden penetrar los sacos alveolares de los pulmones y producir efectos nocivos para la salud. El personal más propenso y susceptible son los



colaboradores de planta y personal contratista que trabajan diariamente en el área de las dosificadoras de Clinker (sector o área objeto del estudio).

Casi todas las actividades industriales generan un daño al medio ambiente y la industria cementera no es la excepción, debido a su peso liviano las partículas viajan por el aire y se mantienen suspendidas en la atmosfera concentrándose en árboles y vegetación generando daños a al ecosistema y vegetación de áreas aledañas a la industria.

La fabricación de cemento también provoca el siguiente impacto sobre el medio ambiente en las siguientes áreas de proceso:

- a) Impactos de las canteras en los ecosistemas
- b) Emisión de partículas en la emisión y procesado de materiales.
- c) Emisión de gases en el proceso de combustión y cocción de del cemento.

Haciendo un estudio y observaciones de campo concienzudas y previo análisis es muy factible poder atacar el problema de las emisiones de polvo de nuestra planta y reducirlo significativamente, en la industria existen filtros industriales de partículas como electrofiltros y filtros de mangas de distintas capacidades de acuerdo a necesidades específicas en la industria y fuentes de emisión, más adelante profundizaremos las características técnicas de los diferentes tipos de filtros y determinar cuál es el más adecuado a nuestro proceso.

### **EMISIONES DEL HORNO EN LA PRODUCCIÓN DE CLINKER (CRUDO)**

Estas emisiones atmosféricas constituyen el impacto medioambiental primordial en la fabricación de cemento.

En todos los sistemas de hornos cementeros el material alimentado se mueve en contracorriente con el flujo de aire caliente de los gases de combustión en un estrecho contacto, las altas temperaturas y la reactividad con el óxido de calcio son un medio propicio y eficaz para retener los constituyentes peligrosos de los gases, propiciando un proceso inherente de limpieza de los mismos.

El azufre entra en el proceso como componente de los combustibles y de las materias como sulfatos y sulfuros. El azufre que entra como sulfuro en las materias primas es parcialmente evaporado (30%) al principio del proceso y emitido directamente a la atmosfera en su mayor parte.

El resto del azufre que entra por las materias primas y el total aportado por los combustibles será capturado en su totalidad en el Clinker y no aparecerá en las emisiones.

## **PARTICULAS**

La emisión de polvo especialmente de la chimenea del horno, ha sido el impacto ambiental más significativo de la producción de cemento.

Las más importantes fuentes de emisión de partículas en el proceso cementero son:

1. Los hornos
2. Los molinos de materia prima
3. Enfriadores de Clinker y
4. Molinos de cemento

En todos estos procesos grandes volúmenes de gases fluyen a través de material pulverulento y el producto final es también un polvo muy fino.

## **PROCESO DE CANTERA Vs PROCESO DE TRANSPORTE**

No existe antecedentes ni estudios para determinar las emisiones de polvo por concepto de la remoción de material en las canteras, sin embargo si vamos a la observación de campo practica podemos determinar aunque sea empírica y visualmente pero basados en la experiencia de trabajar en la industria que se genera mayor cantidad de polvo en el traslado de material que su remoción de la superficie del suelo con las excavadoras, cargadoras frontales, etc. El mayor o menor porcentaje también depende de qué tipo de material sea el que se está trasladando o removiendo, pues el Clinker genera gran cantidad de material particulado a diferencia del yeso o la puzolana (componentes

adicionales del cemento) que generan menor cantidad y sus partículas tienen menor finura y por lo tanto no son tan volátiles.

### **MEDIDAS DE CONTROL DE EMISIONES EN CANTERA**

En planta Holcim Latacunga como siempre comprometidos con el medio ambiente y el desarrollo sostenible a partir de este año se ha contratado los servicios de un tanquero de agua con capacidad de 3000 galones para:

- Humectación y compactación de los caminos internos donde las volquetas y vehículos circulen.
- Humectación del área de remoción de material con la cargadora frontal de la marca Caterpillar con la que cuenta la planta, este sector crítico y pulverulento es conocido como el área de cribas vibratorias y son las que reciben el material y cuya principal función es permitir el paso de material (puzolana) de tamaño previamente definido aproximadamente igual o menor a 15 cm, evitando que la puzolana de mayor diámetro pase por las mallas de acero y caiga por gravedad.

**Figura 10.** Tanquero para humectación de vías de cantera. Cap. 3000 galones



**Elaborado por:** Ronald Guerrero U.

**Fuente:** Planta Holcim Latacunga

## **TECNOLOGIAS ALTERNATIVAS**

### **Precipitadores Electrostáticos**

El principio de depuración del aire por medios electrostáticos era algo ya conocido a principios de los años 1900, tres fueron los pioneros que de una manera independiente ya tenían sus primeros experimentos en dicho campo y decidieron aplicarlo a la purificación de los gases, aire, etc. Los precipitadores son equipos muy eficientes sobre todo en la recolección y captura de partículas muy pequeñas, desempeñan un mejor filtrado frente a los filtros de mangas y cabe recalcar que trabajan a mayores temperaturas que estos.

Es un dispositivo o elemento diseñado para contener y retener las partículas contaminantes de los gases por medio de precipitación electrostática.

Aquí explico brevemente el principio de funcionamiento de un electrofiltro:

#### **Principios de funcionamiento**

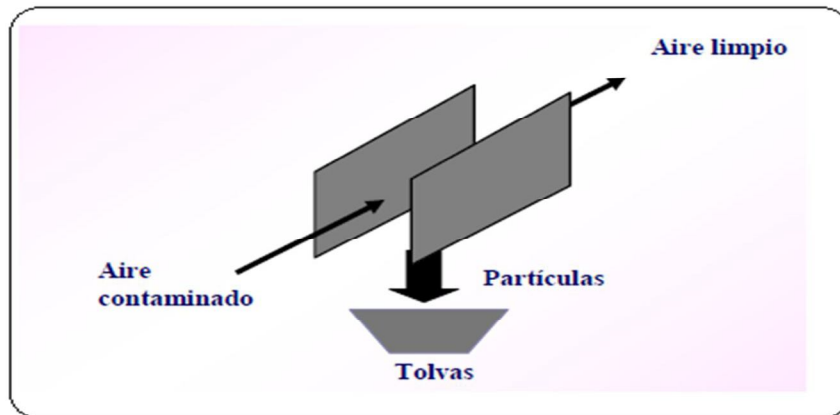
Un alambre o electrodo atraviesa a lo largo del precipitador que es como una caja rectangular de grandes dimensiones este electrodo esta energizado con un voltaje de entre 45Kv a 70Kv a este alambre se lo conoce como electrodo de descarga pues es el que durante el proceso ionizara negativamente los partículas de los gases que ingresen al precipitador.

La pared externa o carcasa se le denomina electrodo colector y está conectada a tierra con potencial de energía cero, entonces el alambre de descarga tiene un potencial de carga negativo con respecto al colector y debido a esto el campo eléctrico está orientado hacia el electrodo de descarga campo que es suficientemente alto como para ionizar las partículas de polvo contenidas en el gas durante el viaje de los iones negativos y los electrones hacia el colector o electrodo colector a través de las líneas del campo eléctrico.

Las partículas contaminantes se cargan por las colisiones de las líneas del campo eléctrico no uniformes se ionizan y viajan horizontalmente a través del precipitador y paralelamente a las placas verticales, de esta manera el gas o aire sale totalmente libre de impurezas ya que las partículas de polvo con diámetro de 10 micras atraen mayor

cantidad de electrones pues el campo eléctrico es mucho más intenso en partículas de mayor tamaño.

**Figura 11.** Principio Básico de funcionamiento de un electrofiltro



**Elaborado por:** Ronald Guerrero U.  
**Fuente:** Universidad de Castilla La mancha

Se carga negativamente el electrodo de descarga debido al hecho a que una corona negativa tolera un voltaje mucho más elevado antes de producir una chispa con respecto a la corona positiva.

Los precipitadores electrostáticos son equipos altamente usados en distintos tipos de industrias para la eliminación de contaminantes atmosféricos como las siguientes: en hornos de cemento, calderos de vapor, también se utilizan para recoger vapores de ácido sulfúrico y de ácido fosfórico.

**Figura 12.** Precipitador electrostático en una industria



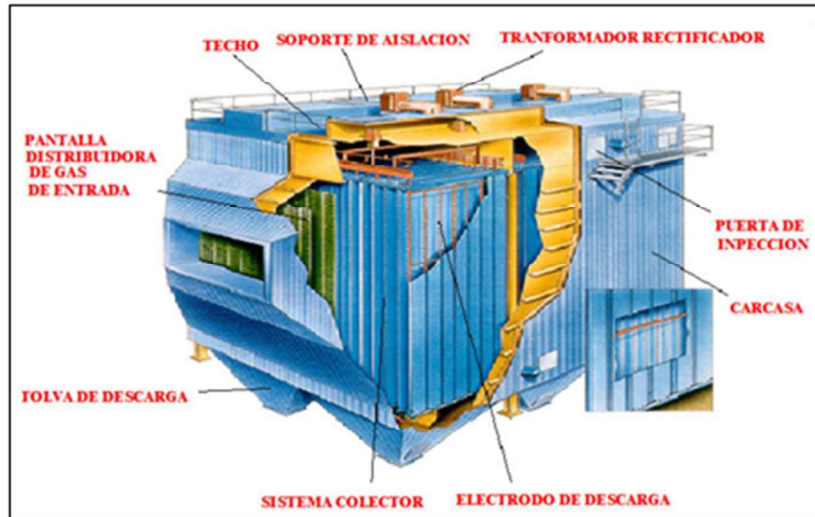
**Elaborado por:** Ronald Guerrero U.

Para obtener un filtrado por precipitación exitoso es menester que conozcamos el funcionamiento y los factores que disminuyen el buen funcionamiento de un electrofiltro pues es sabido ya que fuerzas eléctricas actúan interiormente y cargan negativamente las partículas contaminantes en el gas, pero depende de cada empresa o industria saber optimizar estas fuerzas eléctricas con el fin de conseguir unas emisiones bajas, entonces debemos tener en claro los siguientes principios para obtener un excelente proceso de precipitación:

- Condiciones de proceso de la industria pueden repercutir en su buen desempeño, tanto como factores mecánicas del equipo.
- Tanto operadores como personal de mantenimiento deben conocer sus roles y responsabilidades sobre el equipo a la hora de trabajar en el mismo.
- El personal de mantenimiento y operario deben tener conocimiento del equipo y tratar de mantener un lenguaje común con respecto al equipo para así poder comunicarse y que ambos tengan un mismo vocabulario de precipitación para así tener óptima operación de precipitación.
- De acuerdo a experiencias en otras industrias en bueno saber que muchos de los problemas de los precipitadores se han producido por distintos criterios y puntos de vista sobre su funcionamiento, es importante que todo el personal sea capacitado en esta tecnología y sepa su funcionamiento y debido mantenimiento.

- Es importante que el personal tenga conocimiento sobre las distintas partes mecánicas que componen de ESP (por sus siglas en ingles) y la manera como trabajan y se relacionan entre si.

**Figura 13.** Partes principales de un precipitador electrostático



**Elaborado por:** Ronald Guerrero U.

**Fuente:** Universidad tecnológica Equinoccial de  
Bs. As. Argentina

## Ventajas y desventajas de los precipitadores electrostáticos

### Ventajas

1. Presentan una alta eficiencia en recolección
2. Costos de operación y mantenimiento muy bajos
3. Trabajan a elevadas temperaturas de hasta 450 grados
4. Capaz de recolectar partículas muy finas

## **Desventajas**

1. Principalmente son muy costosos
2. No aptos para todos los combustibles, sobre todo aquellos resistivos o conductores de electricidad.
3. Eficiencia variable depende sobretodo con factores del proceso.



## **CAPITULO III**

### **3.1 MARCO METODOLOGICO**

#### **3.1.1 Tipo y diseño de la investigación y su perspectiva general**

Este proyecto es de carácter cualitativo ya que después de hacer una observación de campo se determinó que existen varias áreas en planta holcim Latacunga donde se genera polvo en mayor o menor cantidad, teniendo plenamente identificadas dichas áreas se procede a evaluar a los colaboradores de planta con preguntas tales como con qué frecuencia adquieren enfermedades del tracto respiratorio, garganta o algún tipo de alergias, para así poder determinar qué tan factible es solucionar el problema de estas emisiones y cual área es más factible neutralizar, entendiéndose por neutralizar reducir a 0% las emisiones de partículas sólidas (polvo), en el área del molino en la balanza dosificadora de Clinker. También de acuerdo con esta encuesta poder determinar cuál es la posición de los trabajadores con relación a las normas de seguridad y el correcto uso de los equipos de protección personal.

#### **3.1.2 Campo**

El diseño de nuestra investigación es netamente de campo ya que parte de la información obtenida proviene directamente del personal de Planta de Molienda Holcim Latacunga, a través de encuestas realizadas en el área de campo o producción.

### **3.1.3. Bibliográfica**

La primera está basada en una completa investigación bibliográfica de distintos autores de tal manera que al profundizar en el tema de estudio a través de sus obras, pondremos de una manera abstracta a debatir a los autores entre sí, y finalmente se dará una conclusión personal previo una profunda lectura y análisis del problema.

Entre el material bibliográfico utilizado para nuestro proyecto tenemos boletines informativos de asociaciones cementeras, reportes de OFICEMEN (Agrupación de Fabricantes de Cemento de España), libros y manuales de distintos autores de los cuales después de una profunda y concienzuda lectura sobre la producción de cemento y sus principales emisiones, hemos dimensionado el problema y definido una posible solución.

### **3.1.4. Exploratorio**

La segunda modalidad será llevada a cabo mediante el método exploratorio pues dada las características de nuestro trabajo que es netamente de campo, haremos un recorrido en toda la planta analizando y evaluando los lugares de mayor generación de polvo registrando si existe algún tipo de sistema de control de emisiones o no, y de haberlo verificar su grado de eficacia y si está cumpliendo con su cometido.

### **3.1.5. Experimental**

En segunda instancia se trascendió al nivel de investigación de comprobación de hipótesis pues al recorrer el campo de exploración se comprobaba cada una de las hipótesis planteadas y se definirá si son ciertas o no.

## **3.2 LA POBLACION Y LA MUESTRA**

### **3.2.1 Características de la Población**

Nuestra población objeto de estudio se circunscribe a los trabajadores de la Planta de Molienda de Cemento Holcim Latacunga en un total de 90 trabajadores con contrato directo de planta.

### **3.2.2 Delimitación de la Población**

Sector: Barrio San Rafael, en el cantón Latacunga provincia de Cotopaxi, estudio que se podrá realizar durante las 24 horas del día ya que el personal trabaja en jornadas de 8 horas, 3 turnos diarios.

### **3.2.3 Tipo de Muestra**

Al ser el tamaño de la población de la empresa objeto de nuestro estudio tan pequeña y en consecuencia finita se decide utilizar la fórmula dada cuando la población estudiada es finita, también se toma esta fórmula porque todos los elementos de la población tienen características comunes de acuerdo a mis requerimientos como investigador, entonces podemos decir que la muestra es de tipo no probabilística.

Una de las principales características en común entre los elementos de la muestra tomada es que sus tareas laborales las realizan en gran porcentaje en el área de molienda.

### **3.2.4. Tamaño de la muestra**

Para poder enfocar el problema de salud en los trabajadores de la planta de manera más precisa utilizare la siguiente fórmula para así obtener la muestra deseada:

**Figura 14.** Formula población finita

$$n = \frac{N \cdot p \cdot q}{\frac{(N - 1) E^2}{Z^2} + p \cdot q}$$

**Fuente:** Reglamento elaboración de proyectos UNEMI

**Cuadro 1.** Elementos de la fórmula para determinar Muestra Finita

<b>Tamaño de la muestra</b>	N	¿ ?
<b>Tamaño de la población</b>	N	90
<b>Posibilidad de que ocurra un evento</b>	P	0,5
<b>Posibilidad de no ocurrencia de un evento</b>	Q	0,5
<b>Error</b>	E	0,05 (5%)
<b>Nivel de confianza</b>	Z	1,96 (95%)

**Fuente:** Reglamento Elaboración de proyectos UNEMI

### 3.1.6. Desarrollo de la formula y obtención de la muestra

$$n = \frac{(90)(0,5)(0,5)}{\frac{(90 - 1) (0,05)^2}{1,96^2} (0,5)(0,5)}$$



$$n = \frac{22,5}{\frac{(89) (0,0025)}{3,8416} + 0,25}$$



$$n = \frac{22,5}{\frac{0,2225}{3,8416} + 0,25}$$



$$n = \frac{22,5}{0,05 + 0,25}$$

Y nos da como resultado:

**Muestra = 75 colaboradores**

**Cuadro 2.** Desglose muestra tomada Planta Holcim Latacunga

<b>Ítem</b>	<b>Cargo</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Porcentaje</b>
01	Gerente general	1	1,33%
02	Hombres de área producción	5	6,6 %
03	Técnico de producción	1	1,33%
04	Técnicos eléctricos	3	4 %
05	Operadores Eléctricos	3	4 %
06	Mecánicos (Molino&envase)	6	8 %
07	Operadores Mecánicos	5	6,66%
08	Operadores de envase	4	5,33%
09	Operadores de montacargas	10	13,33%
10	Operadores Despacho Granel	4	5,33%
11	Coordinadores (gerentes departamentales)	6	8 %
12	Operadores de canteras	16	21,33%
13	Técnicos de sala de control	4	5,33%
14	Operadores de materia prima	5	6,66%
15	Técnicos de control de calidad	2	2,66%
	<b>TOTAL</b>	75	100,00 %

**Elaborado por:** Ronald Guerrero U.

**Fuente:** Secretaría Ejecutiva Holcim Latacunga

### **3.3 LOS METODOS Y LAS TECNICAS**

#### **3.3.1 Métodos Empíricos Fundamentales**

##### **Observación**

Esta es una de las técnicas fundamentales que serán usadas en este proyecto investigativo, pues se procederá a hacer observaciones analíticas de las áreas de producción de la planta donde se genera las emisiones de polvo, y de esta manera se obtendrán datos a través de una percepción ilustrada, intencionada, detenida e interpretativa. Una de las principales ventajas de la técnica utilizada es que la observación de la ventaja de ver el fenómeno a estudiar en tiempo real y muchas veces no se vuelve a repetir aunque a veces las circunstancias parezcan iguales.

#### **3.3.2 Métodos Empíricos Complementarios**

##### **La encuesta**

Utilizaremos esta técnica complementaria de recolección de datos pues al elaborar una serie de preguntas debidamente estructuradas, nos permitirá formular preguntas directamente a los individuos involucrados en el problema en estudio, las preguntas serán directas y específicas para así obtener respuestas que sean específicas y sin ambigüedades.

También esta técnica nos da la ventaja de estandarizar los datos, es decir los podremos manejar estadísticamente en sistemas informáticos y a la vez nos permite obtener la información deseada con mayor rapidez que otro tipo de técnicas.

#### **3.3.3 Recolección de información**

Me he permitido realizar una tabla con una serie de preguntas directrices a manera de guía a lo largo del desarrollo de la investigación con el fin de no desviarnos del objetivo que es valorar las emisiones, como mejorarlas o reducirlas y los instrumentos y equipos a utilizar para lograrlo, esta tabla también será una ayuda para la mejor comprensión del lector de una manera resumida y correctamente tabulada como lo vemos a continuación:

**Cuadro 3.** Preguntas directrices para recolección de información

<b>Preguntas directrices</b>	<b>Aspectos</b>
¿Qué se quiere hacer?	Valorar la emisión de partículas y su consecuente daño a la salud y el medio ambiente.
¿Porque?	Controlar y reducir las emisiones de partículas al aire.
¿Para qué?	Mejorar la calidad de la salud de los trabajadores y el medio ambiente
¿Dónde hacerlo?	Planta de molienda Holcim Latacunga Dosificador de Clinker.
¿Cómo se hará?	Basados en investigación bibliográfica, análisis de campo, fotos, datos estadísticos, etc.
¿Cuánto?	Disminución de emisiones de polvo en área baja del molino.
¿A quiénes?	Para el personal de producción y terceros.
¿Cuándo?	En el segundo semestre del año 2013
¿Quiénes?	El investigador
¿Con que?	Cámaras fotográficas, material bibliográfico, boletines informativos, exploración de campo, recursos propios.



### **3.4 TRATAMIENTO ESTADISTICO DE LA INFORMACION**

Con el fin de manejar correctamente la información obtenida con los distintos métodos y técnicas utilizadas y dar una correcta tabulación y presentación de los resultados para su fácil comprensión hare uso del programa utilitario Microsoft Excel versión 2010 que me permitirá ingresar la información, puesto que este programa tiene entre sus funciones: opciones de gráficos estadísticos, este utilitario me permitirá cuantificar los resultados de las encuestas elaboradas al personal y representarla gráficamente.

Y como punto final se harán análisis e interpretaciones de cada una de las preguntas de acuerdo al porcentaje de respuestas dadas por la totalidad de la muestra encuestada con lo cual estoy seguro habrá una mayor comprensión de los lectores.

## **CAPITULO IV**

### **ANALISIS E INTERPRETACION DE RESULTADOS**

#### **4.1 Análisis de la situación actual**

En la actualidad existen muchas áreas que generan material particulado en la planta de molienda de cemento Holcim Latacunga, siendo el objetivo principal de la empresa la preservación de la salud del personal en óptimas condiciones y proteger el medio ambiente que nos rodea. En planta existen sistemas colectores de polvo vetustos que ya no cumplen al 100% con su objetivo debido a la gran cantidad de toneladas producidas diariamente debido a la alta demanda del producto en todos los rincones del país, cabe recalcar que holcim cumple con todas las normas de producción internacionales y el producto fabricado es de la más alta calidad es por este motivo que maneja el concepto de desarrollo sostenible y sustentable que nos enseña a llevar nuestras operaciones productivas y producir cemento sin generar daños en los recursos naturales del mañana.

Se llevara a cabo una investigación de campo a través de la encuesta formulando una serie de preguntas sobre temas de seguridad, salud ocupacional y experiencias en el área de trabajo al personal operativo de campo, esta información será analizada y tabulada a través del programa utilitario informático Microsoft Excel 2007 que será de mucha ayuda para presentar los resultados obtenidos.

Se realizó una encuesta al personal de planta en total a 75 personas formulando preguntas acerca del conocimiento que tienen sobre los principales riesgos a los que se exponen al estar en contacto con el sílice contenido en el medio ambiente, tomando en cuenta que es el principal componente del cemento y también si tienen conocimientos básicos acerca de los sistemas colectores de polvo existentes en toda la planta.

Para finalizar puedo decir que todas las operaciones de producción de las empresas generan emisiones nocivas al medio ambiente en mayor o menor grado, la empresa cementera también pero basándonos de otras experiencias en otras plantas del grupo holcim llegamos a la conclusión de que si se puede reducir los índices de contaminación claro esta realizando inversiones en estudios y desarrollo de proyectos.

#### **4.2 Análisis comparativo, evolución, tendencia y perspectivas**

A continuación presentare la encuesta realizada al personal operativo de planta donde presentare resultados, se hará la respectiva tabulación y finalmente el análisis respectivo a cada pregunta:

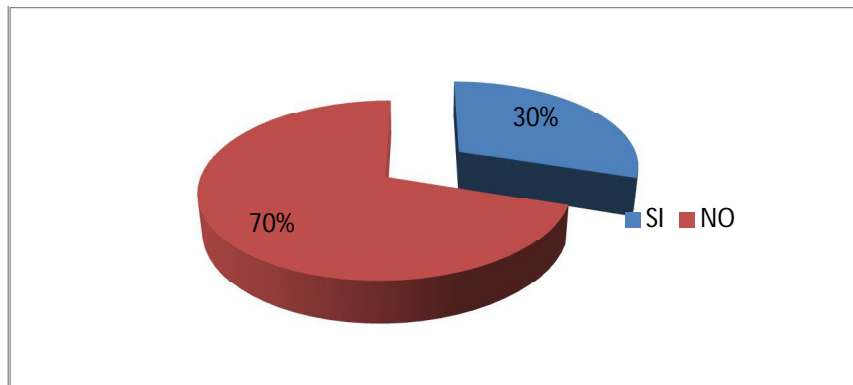
**Encuesta dirigida al personal operativo de planta de molienda de cemento  
Holcim Latacunga**

1. **¿Ha sufrido alguna vez una enfermedad producida por las emisiones de polvo generadas en la planta?**

**Cuadro 4.** Enfermedades producidas dentro de planta

ITEM	ALTERNATIVA	FRECUENCIAS	PORCENTAJES
1	SI	22,5	30%
2	NO	52,5	70%
	<b>TOTAL</b>	75	<b>100%</b>

**Figura 15.** Enfermedades producidas por emisiones de polvo



**Elaborado por:** Ronald Guerrero U.  
**Fuente:** Encuesta realizada a colaboradores

**Análisis e Interpretación**

Podemos comprobar que del total de la muestra menos de la mitad del personal ha sufrido algún tipo de enfermedades relacionada al polvo y su contenido en sílice que es altamente dañino,

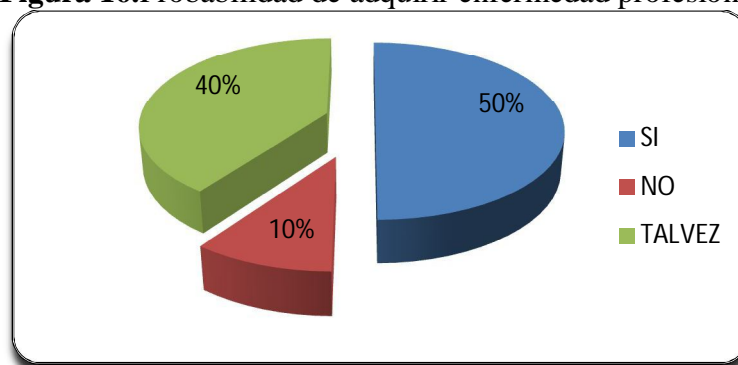
Este resultado genera cierta preocupación debido al gran porcentaje de empleados que han sufrido algún tipo de enfermedad debido al polvo generado en planta tomando como hipótesis la poca precaución en el uso del equipo de protección individual destinado a proteger el tracto respiratorio.

2. ¿Cree usted que con el paso del tiempo laborando en planta existe la posibilidad de adquirir una enfermedad profesional u ocupacional seria?

**Cuadro 5.** Enfermedades adquiridas con el tiempo

ITEM	ALTERNATIVA	FRECUENCIAS	PORCENTAJES
1	SI	37,5	50%
2	NO	7,5	10%
3	TALVEZ	30	40%
	<b>TOTAL</b>	75	<b>100%</b>

**Figura 16.** Probabilidad de adquirir enfermedad profesional



**Elaborado por:** Ronald Guerrero U.

**Fuente:** Encuesta realizada a colaboradores

### **Análisis e Interpretación**

Aparentemente en esta pregunta los colaboradores encuestados están divididos en dos criterios, pero analizando profundamente el cuadro podemos darnos cuenta que el 50% de ellos sí creen que a futuro existe la posibilidad de que adquieran una enfermedad.

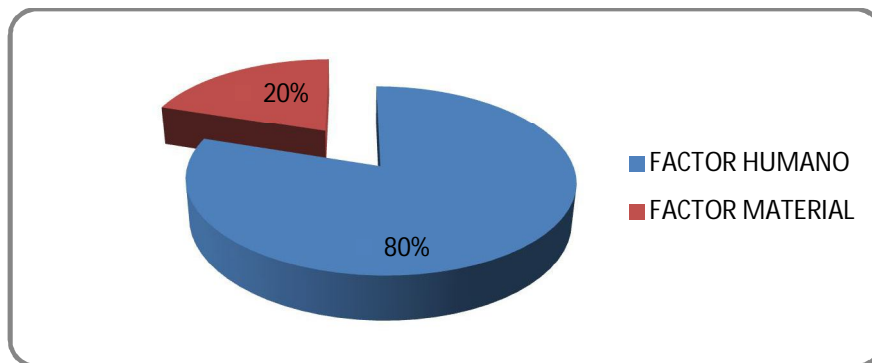
Una pequeña cantidad cree firmemente que no existe riesgo alguno a través de los años en su actividad laboral, y otro porcentaje casi similar al primero muestra dudas y desconocimiento a que enfermedad están expuestos debido al proceso cementero, lo que indica que deberían informarse mejor y recibir cursos por parte de la empresa acerca de este tema.

3. ¿Por cuál de las siguientes causas piensa que se generan daños en su salud y la de sus compañeros dentro del área de trabajo (elija una sola respuesta con una “X”)?

**Cuadro 6.** Causales de enfermedades

ITEM	ALTERNATIVA	FRECUENCIAS	PORCENTAJES
1	FACTOR HUMANO	60	80%
2	FACTOR MATERIAL	15	20%
	<b>TOTAL</b>	<b>75</b>	<b>100%</b>

**Figura 17.** Factores que generan daños a la salud



**Elaborado por:** Ronald Guerrero U.  
**Fuente:** Encuesta realizada a colaboradores

### **Análisis e Interpretación**

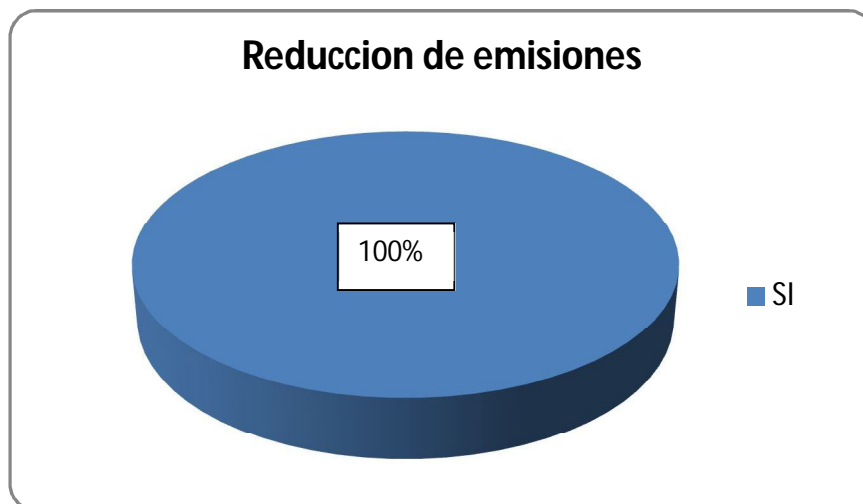
En esta interrogante casi todo el personal encuestado decidió de una manera determinante y correcta que es el factor humano el que genera daños a su propia salud y la de los demás, el otro porcentaje que respondió que el causante es el factor material es personal relativamente nuevo en su puesto de trabajo, en consecuencia no tienen la experiencia que da los años de trabajo y las múltiples capacitaciones en seguridad recibidas y debido también a su juventud, no obstante planta Holcim Latacunga realiza ingentes esfuerzos para que todo el personal alcance el mismo nivel de conocimiento sobre todo en aspectos de seguridad y salud ocupacional.

4. ¿Usted cree que se puede disminuir o reducir las emisiones de polvo generadas por la planta al ambiente?

**Cuadro 7.** Posibilidad de reducir emisiones

ITEM	ALTERNATIVA	FRECUENCIAS	PORCENTAJES
1	SI	75	100%
2	NO	0	0
	TOTAL	75	100%

**Figura 18.** Existe la posibilidad de reducir emisiones de partículas



**Elaborado por:** Ronald Guerrero U.  
**Fuente:** Encuesta realizada a colaboradores

**Análisis e Interpretación**

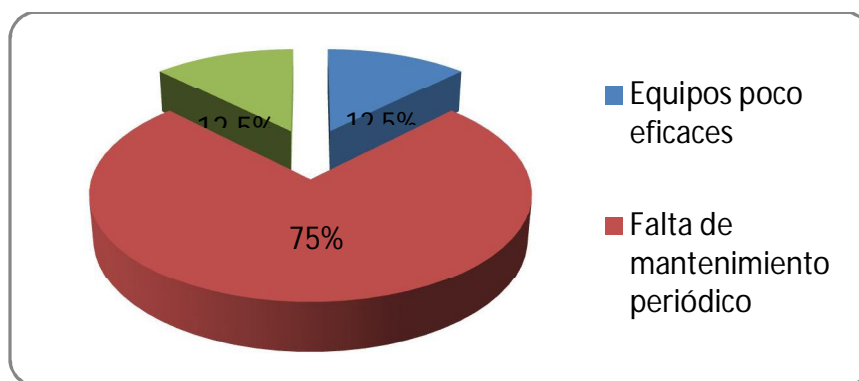
El personal de planta Holcim Latacunga es altamente capacitado en temas de seguridad y son profesionales en sus respectivas áreas de desempeño, con respecto si existe la manera de reducir las emisiones de polvo, todos sin excepción respondieron que SI, basados en sus conocimientos y experiencia cementera, también comentaron que existen tecnologías más sofisticadas para el control de partículas de distintos tamaños, pero que a su vez tienen un costo más elevado

**5.- ¿A qué atribuye las emisiones de partículas en el proceso de producción de cemento?**

**Cuadro 8.** Principal causa generadora de polvo

ITEM	ALTERNATIVA	FRECUENCIAS	PORCENTAJES
1	Equipos poco eficaces	9,37	12,5%
2	Falta de mantenimiento periódico	56,25	75%
3	Es un problema que no se puede controlar	9,37	12,5%
	<b>TOTAL</b>	<b>75</b>	<b>100%</b>

**Figura 19.** Causantes de emisiones en la planta cementera



**Elaborado por:** Ronald Guerrero U.

**Fuente:** Encuesta realizada a colaboradores

**Análisis e Interpretación**

Una buena cantidad del personal encuestado llegó a la conclusión de que las emisiones se deben a la falta de mantenimiento frecuente a los equipos, aquí podemos darnos cuenta que buena parte de este personal son técnicos mecánicos, o lo han sido y tienen conocimiento básico y otros han profundizado un poco más en saber acerca del funcionamiento y operación de los sistemas colectores de polvo.

Las otra alternativa da como resultado una octava parte de nuestros encuestados que dan como respuesta: que no hay manera de controlar el polvo, sin duda esta afirmación es debido a que una parte de la muestra consultada son profesionales técnicos eléctricos y carreras varias con poco o ningún conocimiento acerca de estos sistemas colectores.



**6.- ¿Cree que se debería invertir en procesos y nueva tecnología para controlar las emisiones de partículas al aire?**

**Cuadro 9.** Criterios sobre inversión en nueva tecnología

ITEM	ALTERNATIVA	FRECUENCIAS	PORCENTAJES
1	SI	71,25	95%
2	NO	3,75	5%
	TOTAL	75	100%

**Figura 19.** Opinión del personal sobre compra de tecnologías



**Elaborado por:** Ronald Guerrero U.

**Fuente:** Encuesta realizada a colaboradores

**Análisis e Interpretación**

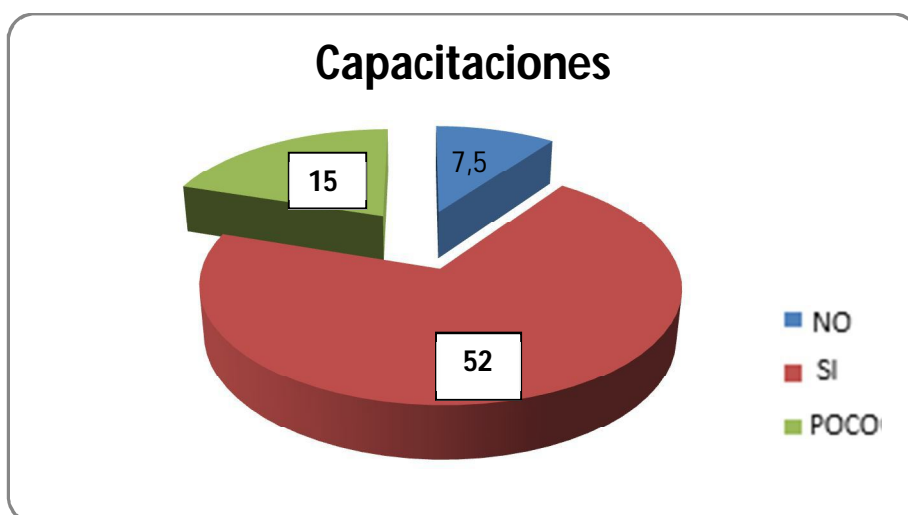
Esta interrogante sin mucho que acotar nos da un unánime SI, podemos deducir que conocedores o no de cómo funcionan los sistemas el 100% de los trabajadores están conscientes de la problemática del polvo y su respectivo daño a la salud de los trabajadores y la vegetación aledaña a planta; y sobre todo son personas que están comprometidas con la seguridad propia y la de sus compañeros.

**7.- ¿Ha recibido por parte de la empresa capacitación formal sobre el polvo, maneras de controlarlo y las consecuencias del mismo sobre la salud del ser humano?**

**Cuadro 10.** Capacitaciones recibidas

ITEM	ALTERNATIVA	FRECUENCIAS	PORCENTAJES
1	SI	52,5	70%
2	NO	7,5	10%
3	POCO	15	20%
	<b>TOTAL</b>	<b>75</b>	<b>100%</b>

**Figura 20.** Capacitación sobre el polvo y sus consecuencias a la salud



**Elaborado por:** Ronald Guerrero U.  
**Fuente:** Encuesta realizada a colaboradores

### **Análisis e Interpretación**

Observamos que el 70% de nuestra población ha recibido capacitación en temas de seguridad y aspectos del polvo y sus consecuencias

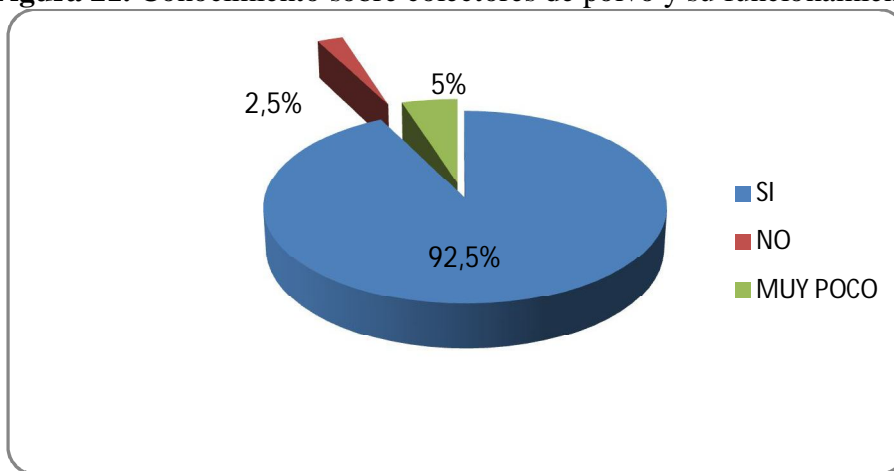
El 20% que respondió que ha recibido poca enseñanza es personal con una antigüedad media y sin duda alguna han escuchado acerca de esto en charlas FAST, inducciones, etc. Pero lo han visto de una manera superficial y no en cursos certificados y con profesionales especializados en el ramo.

**8.- ¿Conoce el funcionamiento básico de los sistemas colectores de polvo de la empresa?**

**Cuadro 11.** Conocimientos básicos sobre colectores

ITEM	ALTERNATIVA	FRECUENCIAS	PORCENTAJES
1	SI	69,375	92,5%
2	NO	1,875	2,5%
3	MUY POCO	3,75	5%
	<b>TOTAL</b>	<b>75</b>	<b>100%</b>

**Figura 21.** Conocimiento sobre colectores de polvo y su funcionamiento



**Elaborado por:** Ronald Guerrero U.

**Fuente:** Encuesta realizada a colaboradores

**Análisis e Interpretación**

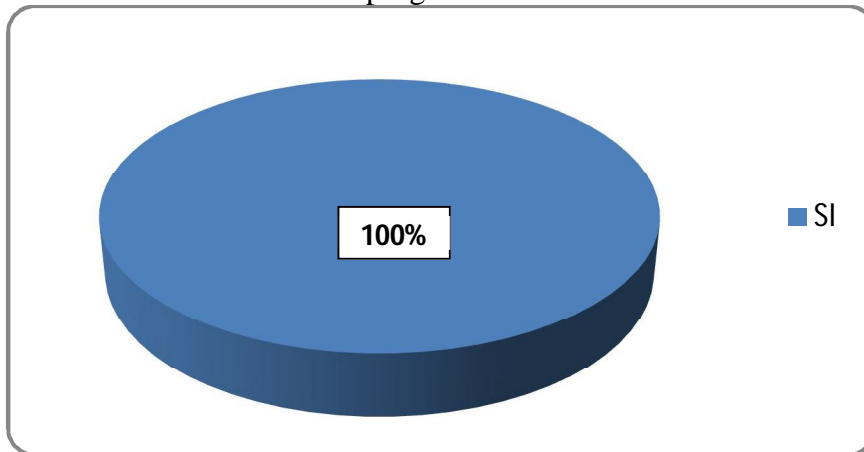
La gran mayoría (92,5%) demostró un profundo conocimiento sobre colectores de bolsa y su funcionamiento debido a la continua capacitación técnica impartida y gestionada por la empresa, eso es una ventaja de planta Latacunga sobre otras empresas del ramo. El 5% afirma saber poco y al pedirles que expliquen brevemente se pudo comprobar que su conocimiento es superficial y básico, y un grupo aislado del 2,5% dijo no saber absolutamente nada y esto corresponde a personal nuevo y de otros departamentos distintos a mecánicos y de producción.

**10.- ¿Debería incluirse a los sistemas de filtros de polvo y sus componentes en el plan de mantenimiento periódico programado?**

**Cuadro 12.** Mantenimiento periódico de colectores.

ITEM	ALTERNATIVA	FRECUENCIAS	PORCENTAJES
1	SI	75	100%
2	NO	0	0%
	<b>TOTAL</b>	75	<b>100%</b>

**Figura 22.** Inclusión de los sistemas colectores en mantenimiento programado



**Elaborado por:** Ronald Guerrero U.

**Fuente:** Encuesta realizada a colaboradores

**Análisis e Interpretación**

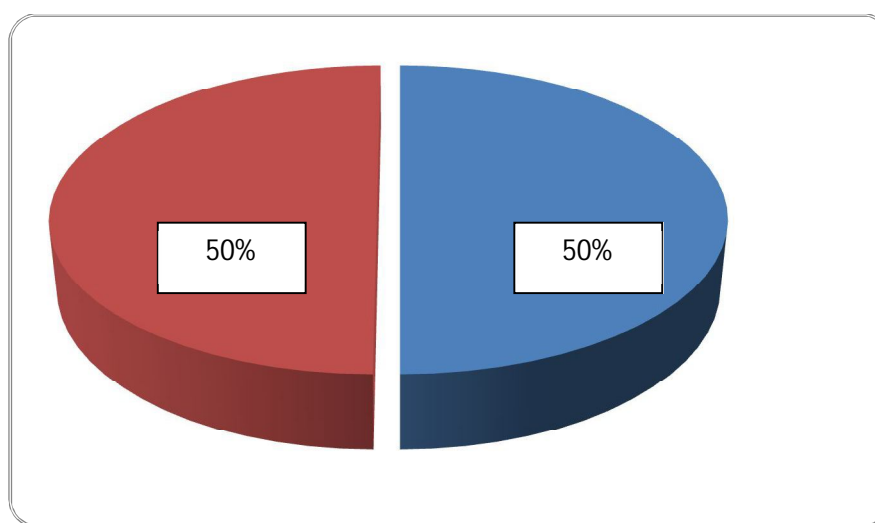
Todo el personal está totalmente de acuerdo de que existen ciertos vacíos en los programas de mantenimiento de los sistemas colectores de polvo de bolsas de la planta y mantienen el criterio que debería incluirse en la planificación mensual programada de mantenimientos de rutina preventivos (reemplazo de bolsas si es el caso) y correctivos si así lo amerita la situación.

**11.- ¿Usted cree que el polvo generado por la planta también afecta a la vegetación y áreas verdes aledañas a la fábrica?**

**Cuadro 13.** Criterio personal sobre daños al medioambiente

ITEM	ALTERNATIVA	FRECUENCIAS	PORCENTAJES
1	SI	37,5	50%
2	NO	37,5	50%
	TOTAL	75	100%

**Figura 23.** Daños de proceso cementero al ecosistema y vegetación



**Elaborado por:** Ronald Guerrero U.

**Fuente:** Encuesta realizada a colaboradores

**Análisis e Interpretación**

Esta es la única pregunta que tiene dos criterios totalmente divididos aunque parezca poco increíble, es un poco difícil de explicar al principio pero al cuestionar a los entrevistados acerca de sus respuestas esto fue lo que obtuvimos: existe entre el personal colaboradores con niveles de estudio superior y sin lugar a duda conocen el concepto de ecosistema, flora y vegetación y los beneficios que estos suponen para los seres vivos, sin embargo hay otro porcentaje del personal que desconocen sobre la vegetación, las ventajas de los árboles y peor aún desconocen que los árboles, plantas, etc. también son seres vivos y a través de los cuales se purifica el aire que tanto contaminamos con nuestros procesos.

### 4.3 RESULTADOS

Gran parte de las emisiones de material particulado se deben a los equipos colectores de polvo deficientes debido al escaso mantenimiento. En la actualidad existe una gran demanda de cemento en el mercado local y por consecuencia una masiva producción de cemento, proceso que al ser masivo produce mucha contaminación al aire.

Gran parte del personal de planta están de acuerdo en que hay que invertir en tecnología de punta en sistemas colectores, etc. También están conscientes de que el polvo de cemento, Clinker, etc., genera daños en la salud a mediano y largo plazo muchas de las cuales son irreversibles.

Al momento no se está llevando un plan mantenimiento predictivo a los colectores existentes en planta, tan solo se los interviene cuando ya amerita una reparación o mantenimiento correctivo, siendo muchas veces esta última alternativa muy costosa.

A estas alturas podemos dar un diagnostico acerca de la problemática dentro de la planta:

Dentro de los problemas medioambientales que genera la producción de cemento de nuestra planta son la emisión de contaminantes a la atmosfera, constituidos en partículas de distintos tamaños que tienen un gran impacto de tipo local asentándose sobre las hojas de árboles y planta cercanas cubriéndolas completamente e impidiendo la fotosíntesis ya que las hojas no aprovechan la total luminosidad de los rayos del sol y siendo holcim una empresa con un serio compromiso y responsabilidad social medioambiental corporativa no escatimara esfuerzos ni recursos en controlar y reducir las emisiones de polvo. Básicamente la compañía genera emisiones en la transportación del material desde el punto de explotación hasta el proceso de almacenaje y/o molienda. En nuestra área de estudio e investigación que es las dosificadoras el polvo se genera en el transporte por sistemas de bandas transportadoras.

#### 4.4 VERIFICACIÓN DE LA HIPOTESIS

Hipótesis General	Verificación
<p>Las emisiones de material particulado que genera el área de la dosificadora de clinker generaran posibles enfermedades profesionales en la salud de los colaboradores de la planta de molienda holcim Latacunga.</p>	<p>De acuerdo a la pregunta número 1 de nuestra encuesta el 50% del personal encuestado cree firmemente que es muy posible adquirir enfermedades ocupacionales y el 40% creen que probablemente puedan sufrir algún tipo de dolencia</p>

Hipótesis particulares	Verificación
<p>La identificación de puntos críticos de fuga de partículas al ambiente en la dosificadora de clinker ayudara a disminuir o eliminar las emisiones contaminantes y el daño a la salud.</p>	<p>Basados a las respuestas de nuestra cuarta pregunta toda la población está de acuerdo en que si podemos disminuir las emisiones de partículas con una debida identificación y control de fugas, podemos comprobar que existe un alto grado de optimismo en el personal.</p>
<p>La propuesta de una reestructuración del plan de mantenimiento evitara la continua reparación de filtros y disminuiremos costos de reparación.</p>	<p>Aquí nos remitimos a las preguntas 6 y 9 en las cuales todo el personal entrevistado es decir el 100% de ambas afirma que al invertir en nueva tecnología disminuiremos emisiones dañinas a la salud y que si debería reestructurar y renovarse el plan de mantenimiento.</p>

Al identificar daños a la vegetación y controlar las emisiones de polvo disminuirémos el daño.

Aquí vemos una empatada ambigüedad en las respuestas, pues el personal se muestra dividido pues el 50% piensa que el polvo generado por nuestro proceso causa daño a la flora alrededor de la planta y que si se puede disminuir el daño mientras que la otra parte cree que no se crea ningún daño al ecosistema.



## **CAPITULO V**

### **PROPUESTA**

#### **5.1 TEMA**

Optimización y mejoramiento del control de emisiones de polvo fugitivo en el área de la dosificadora de Clinker a través del proyecto de instalación de filtros de mangas.

#### **5.2 JUSTIFICACION**

Cuando ciertas sustancias contaminantes del aire llámense estas material particulado, neblinas, etc. exceden los valores normales permitidos por la legislación ambiental en el país determinadas en sus distintas unidades de concentración como son: ppm, mg/L, mg/kg entre otros pueden degeneran en graves consecuencias a la salud del ser humano, vegetación y medio ambiente, las variaciones en composición y calidad del aire debido a estas emisiones ha venido a degenerar nuestra tan afectada atmosfera con los gases de efecto invernadero, desgaste de la capa de ozono, la lluvia acida y sobre todo el calentamiento global producidos por el efecto invernadero generado por los gases de países industrializados y aquellos que van en vía de desarrollo.

La principal meta de nuestro estudio es reducir las emisiones particuladas generadas en el proceso de molienda de planta Holcim Latacunga haciendo uso de los recursos económicos que sean necesarios en la inversión y estudio de nuevas tecnologías en control de emisiones particuladas y demás contaminantes.

Con la reducción de las emisiones contaminantes conseguiremos entre otros los siguientes beneficios:

1. Reducir el índice de personal con enfermedades al tracto respiratorio entre otros.
2. Disminuiremos perdidas en términos de horas/hombre al reducir las ausencias por enfermedades lo que implica más producción.
3. Disminución de probabilidad de demandas o quejas por motivos de contaminación al medio ambiente, por parte de comunidades aledañas a la industria, instituciones gubernamentales como el MAE, gobiernos autónomos, etc.

### **5.3 FUNDAMENTACION**

El presente trabajo investigativo se fundamenta en la normativa Nacional vigente de la República del Ecuador representada a través de su cartera de estado como lo es el Ministerio de Ambiente de Ecuador.

Como ya es de conocimiento general el Ecuador al igual que otros países de América latina sintiendo un compromiso ambiental dicta una serie de normas y leyes para gestionar una producción amigable con el entorno natural que nos rodea, en caso de que nuestra legislación ambiental no contemplara algún aspecto de contaminación medio ambiental específico tenemos a la OMS (Organización mundial para la Salud) que es un ente rector no gubernamental a nivel internacional que dicta normas y reglamentos para controlar emisiones y demás daños al ambiente cuyas normativas y procedimientos son de libre adopción. En la producción de cemento en nuestro país implican dos tipos de procesos que son húmedos y secos:

El proceso húmedo demanda mayor consumo de combustibles fósiles como el carbón, bunker, etc. ya que hay que evaporar gran cantidad de agua contenida en el material (en materiales como la puzolana tenemos humedad del 35% contenida) este porcentaje de humedad hace que este proceso sea menos efectivo que el proceso seco donde el consumo de combustible es menor aproximadamente en un 50% debido a que el material puzolana, productos calcáreos están prácticamente secos, cabe indicar que estos dos procesos se dan para homogenizar la materia prima básica del cemento.

Uno de los principales objetivos de nuestro estudio es la reducción y disminución del índice de enfermedades por silicosis en los colaboradores y habitantes de sectores vulnerables cercanos a la empresa.

La silicosis aparece principalmente por la aspiración de polvo de cuarzo, arena y granito. Como consecuencia de los depósitos de polvo de sílice en los pulmones se van destruyendo formando **fibrosis** que es la cicatrización de los tejidos pulmonares incluidos los vasos pulmonares y linfáticos, los síntomas aparecen después de 10 a 20 años de exposición continua y el más recurrente es la dificultad al respirar.

## **5.4 OBJETIVOS**

### **5.4.1 Objetivo general**

Monitorear y cuantificar constantemente las emisiones de material particulado en el área de molienda y disminución de tales emisiones para reducir el índice de enfermedades en los colaboradores en la planta de molienda de cemento Holcim Latacunga.

### **5.4.2 Objetivos específicos**

Reducir las emisiones contaminantes mediante la implementación de nuevos equipos sofisticados de control de emisiones y mantener la calidad del aire dentro de los parámetros exigidos por el MAE

- Designar responsabilidades de control de emisiones al personal y reporte mensual de dicho control.
- Asignar un presupuesto anual destinado únicamente al estudio y cuantificación de material pulverulento y demás emisiones como Co<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>.
- Monitorear y controlar las fuentes de emisión de contaminantes atmosféricos y realizar un diagnóstico sobre la calidad de aire.
- Estudiar los riesgos potenciales a su salud a los que se encuentra enfrentado el trabajador y darlos a conocer para tomar medidas preventivas y de control.

## 5.5 UBICACIÓN

Nuestra población y objeto de estudio se encuentra en la planta de molienda de cemento Holcim ubicada en el cantón Latacunga en el barrio San Rafael, la ciudad esta ubicada en la provincia de Cotopaxi en la sierra central ecuatoriana, teniendo como límites:

- Al norte la provincia de Pichincha;
- Al sur el cantón Salcedo;
- Al este, la Provincia de Napo; y,
- Al oeste, los cantones Sigchos, Pujilí y Saquisilí.

**Figura 24.** Ubicación geográfica de la ciudad de Latacunga



**Fuente:** Mapa político del Ecuador

**Elaborado por:** Ronald Guerrero U.



Cabe señalar que adicional a lo anterior contamos con la colaboración de empresas contratistas especializadas en montajes eléctricos y mecánicos.

En el aspecto económico puedo decir que al tratarse de una propuesta es decisión de gerencia de la planta holcim Latacunga junto al respectivo estudio de la propuesta por parte del coordinador mecánico, aprobar los recursos necesarios para la iniciación y puesta en marcha del proyecto.

## **5.7 DESCRIPCION DE LA PROPUESTA**

### **5.7.1 ACTIVIDADES**

De acuerdo a nuestro proyecto y el respectivo plan de trabajo la ejecución del mismo será de la siguiente manera:

#### **5.7.1.1 Recolección de la información**

Para empezar comenzaremos elaborando una encuesta al personal de planta es decir a los colaboradores de campo, en la cual formularemos preguntas para determinar los niveles de satisfacción del personal en cuanto al cuidado que la empresa muestra hacia ellos en aspectos de seguridad industrial, niveles de conocimiento de los daños a los que se enfrentan, conocimiento general de los equipos de control de emisiones, mantenimientos, operación, etc.

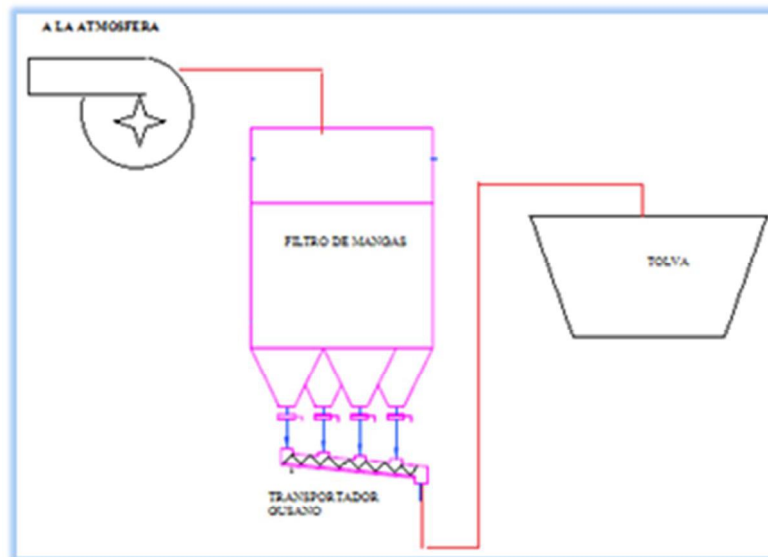
También se realizara una investigación de campo en tiempo real a través de la cual determinaremos el grado de criticidad de las emisiones no controladas, todo esto junto a una investigación bibliográfica estudiando a distintos autores expertos en la materia para así obtener un compendio de información detallada y poder presentar un resumen detallado de la propuesta al coordinador de mantenimiento de la planta.

### 5.7.1.2 Características del equipo a utilizar

Los filtros de mangas son equipos muy efectivos para captación de material particulado, en distintos países tiene nombres diferentes pero su función es la misma captar partículas sólidas de distinto tamaño en un caudal de aire específico medido normalmente en  $m^3/h$ .

Tenemos dos tipos de funciones para estos filtros: filtros fuera de línea o proceso, y filtros de manga de procesos, en los primeros el polvo capturado es almacenado generalmente en tolvas y no es reutilizado en el proceso de producción, este filtro puede operar o no, sin que esto afecte al proceso de producción general.

**Figura 26.** Diagrama de un filtro fuera de línea

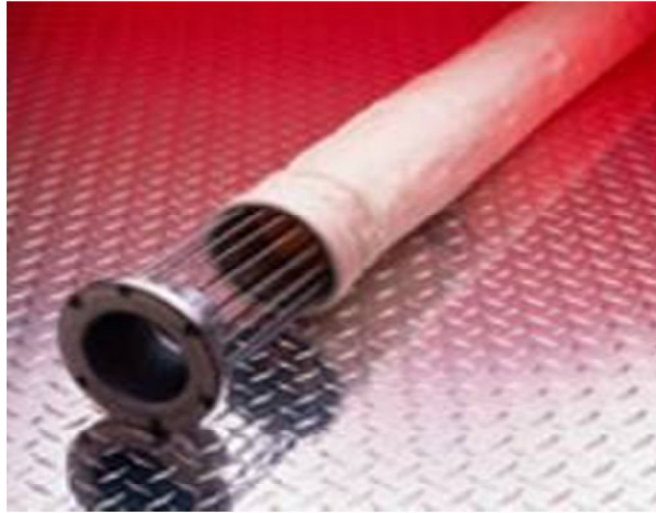


**Elaborado por:** Ronald Guerrero U.

**Fuente:** Proyecto Cementos Polpaico Chile

Los filtros de mangas o conocidos también como filtros de bolsas vienen diseñados con distintas características como son el caudal de aire a depurar dado en  $m^3/h$ , número de mangas hay filtros de hasta 6000 mangas, tipo de material de las mangas como pueden ser nomex, fibras de vidrio, poliéster, etc. El tipo de tela de fabricación de las mangas está en función de la temperatura de operación de trabajo.

**Figura 27.** Fotografía de una manga y su respectiva jaula



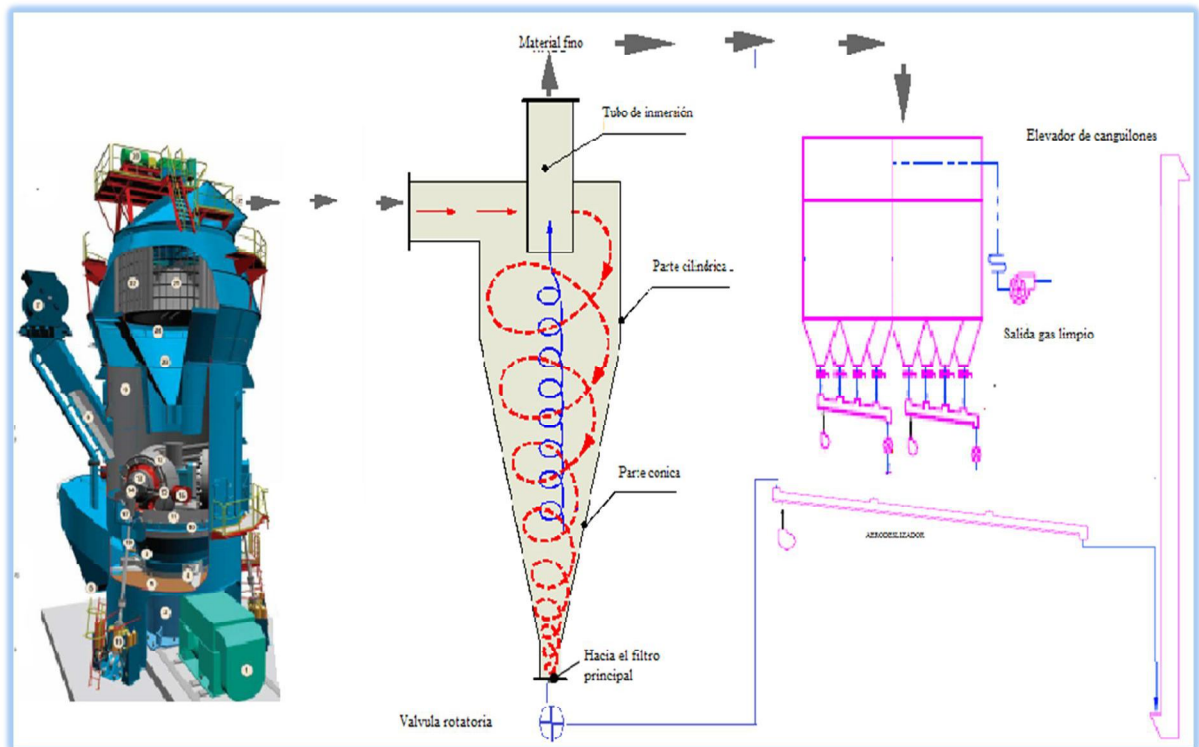
**Elaborado por:** Ronald Guerrero U  
**Fuente:** Planta Holcim Latacunga

### **Filtros de mangas de procesos**

También tenemos los filtros de mangas de procesos, son aquellos que operan y cumplen su función formando parte del proceso productivo, es decir que si estos filtros dejaran de operar el proceso de producción involucrado también se detendría, en nuestra planta podemos citar como ejemplo el filtro principal que trabaja conjuntamente con un separador ciclónico para darle mayor eficiencia al proceso de captación de particulado, y funciona de la siguiente manera: todo el gas proveniente del separador del molino se direcciona a los ciclones este sería el primer proceso de filtrado o pre filtrado, de allí el gas pasa a través del filtro de mangas principal que cuenta con (1200 mangas de poliéster de 6 metros de largo cada una), todo el polvo adherido a la parte exterior de las mangas recibe un proceso de limpieza a través de una inyección de aire comprimido cada cierto tiempo programada y controlada por PLC, para mayor comprensión a continuación presentamos un diagrama:



**Figura 28.** Esquema representando un filtro de proceso en circuito con un separador ciclónico



**Elaborado por:** Ronald Guerrero U  
**Fuente:** Planta Holcim Latacunga

### 5.7.1.3 Comparación de características técnicas entre equipos

Estudiaremos y evaluaremos las ventajas y desventajas de los precipitadores electrostáticos y los filtros de mangas, costos, mantenimiento, etc. Para tener un criterio más detallado acerca de cuál de los equipos es el más conveniente y efectivo a la hora de colectar partículas.

Para empezar acotaremos que ambos tienen las mismas prestaciones y desempeños pero pruebas de campo han demostrado que el filtro de mangas presenta una leve mejora frente al precipitador en control de emisiones lo que lo hace más atractivo para la empresa.

**Cuadro 14.** Ventajas y desventajas de los filtros de mangas

<b>FILTRO DE MANGAS</b>	
<b>VENTAJAS</b>	<b>DESVENTAJAS</b>
Sencillo, seguro y fácil de dar servicio o mantenimiento.	Susceptible de dañarse a altas temperaturas
Presenta una mejor eficiencia en captación de particulado	El paso del aire a través de él no es muy fluido, hay cierta resistencia.
Es un equipo de tecnología más reciente	Consume gran cantidad de energía eléctrica en operación.
Se lo puede utilizar en todas las áreas de la industria.	Mantenimiento frecuente por cambio de mangas.

**Elaborado por:** Ronald Guerrero U.

**Fuente:** Transport and Dust Collecting Manual

Holcim group

**Cuadro 15.** Ventajas y desventajas de los precipitadores electrostáticos

<b>ELECTROFILTRO</b>	
<b>VENTAJAS</b>	<b>DESVENTAJAS</b>
Operación más económica	Mantenimiento muy costoso
No tiene mucha resistencia al paso del aire	No se puede hacer ampliaciones o mejoras una vez construido.
Consume menos energía y resiste altas temperaturas.	tiene un menor desempeño en captación de polvo

**Elaborado por:** Ronald Guerrero U.

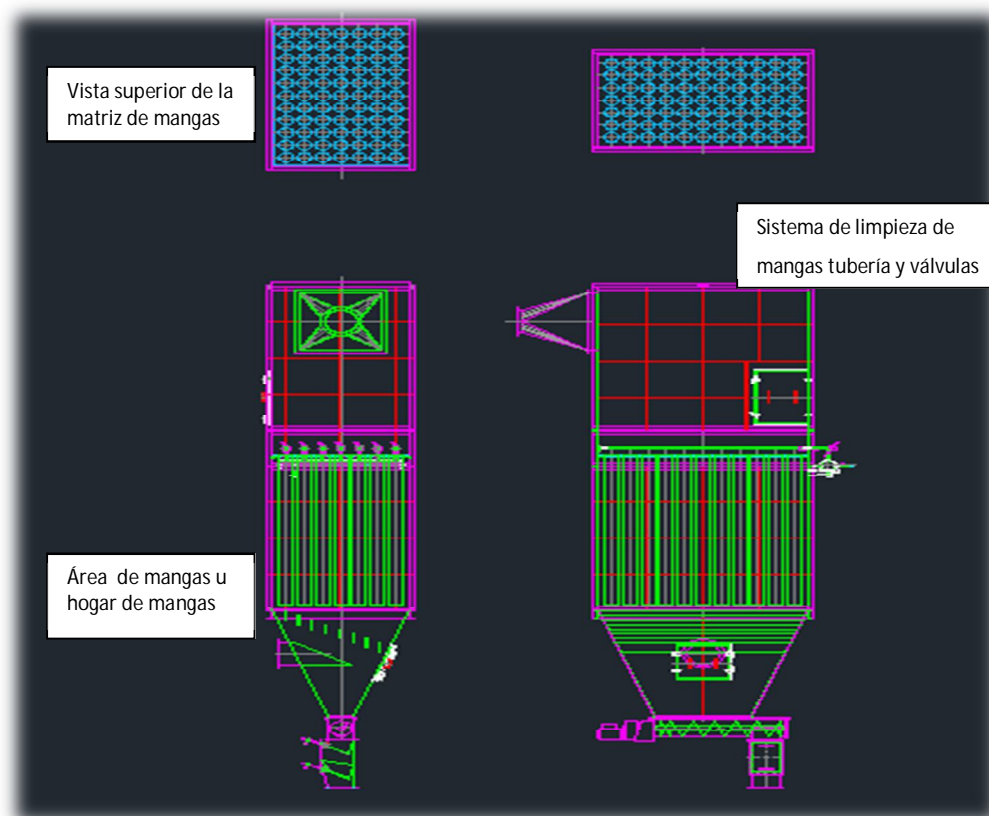
**Fuente:** Transport and Dust Collecting Manual

Holcim group

#### 5.7.1.4 PROYECCION Y DISEÑO DE PLANOS DEL FILTRO

Siguiendo con la ejecución del proyecto, una vez hecho el estudio de campo del lugar donde se instalara nuestro nuevo filtro de mangas, tomando datos de medidas y dimensiones, etc. Procedemos a la elaboración del plano en un programa altamente confiable y profesional de diseño asistido por computadora como lo es AutoCAD versión E – 49 2011.

**Figura 29.** Diseño general del plano del nuevo filtro de mangas



**Elaborado por:** Ronald Guerrero U.

**Fuente:** Industria metalmecánica CMG

Es de vital importancia para la ejecución de nuestro proyecto conocer las capacidades de nuestro filtro y sus elementos auxiliares, estas características son: eficiencia de filtración, capacidad de limpieza es decir presión necesaria de aire comprimido para la limpieza de las mangas, potencia de la turbina del ventilador dada en m<sup>3</sup>/seg. Potencia del motor que moverá el ventilador, las válvulas que vamos a utilizar para el sistema de limpieza de las mangas que en nuestro caso son de tipo de diafragma.

A continuación vemos los parámetros a considerar en nuestro filtro de mangas necesarios para un óptimo filtrado de los gases contaminados y a la vez una eficiente y completa limpieza de las mangas proceso que lo configuraremos a través de un sistema de PLC.

**Cuadro 16.** Características técnicas de los equipos auxiliares

<b>CAPACIDAD DEL VENTILADOR</b>	<b>VALORES</b>
MARCA	DELTA
CAPACIDAD DE FILTRADO/CAUDAL	19800 m3/h.
REGIMEN DE GIRO	1725 rpm
<b>CAPACIDAD DEL MOTOR</b>	<b>VALORES</b>
POTENCIA DE SALIDA	40 Hp - 30 KW.
VOLTAJE	230/460 V.
AMPERIOS	89,4/44,7 A
FASES	3 (TRIFASICO)
<b>CARACTERISTICAS DEL FILTRO</b>	
MATERIAL DE CONSTRUCCION	CHAPA DE ACERO PESADO
LONGITUD DE MANGAS	4 ms
NUMERO DE MANGAS	200
TIPO DE TELA	POLYESTER
AREA DE MANGA	3,14 m2

**Elaborado por:** Ronald Guerrero U.

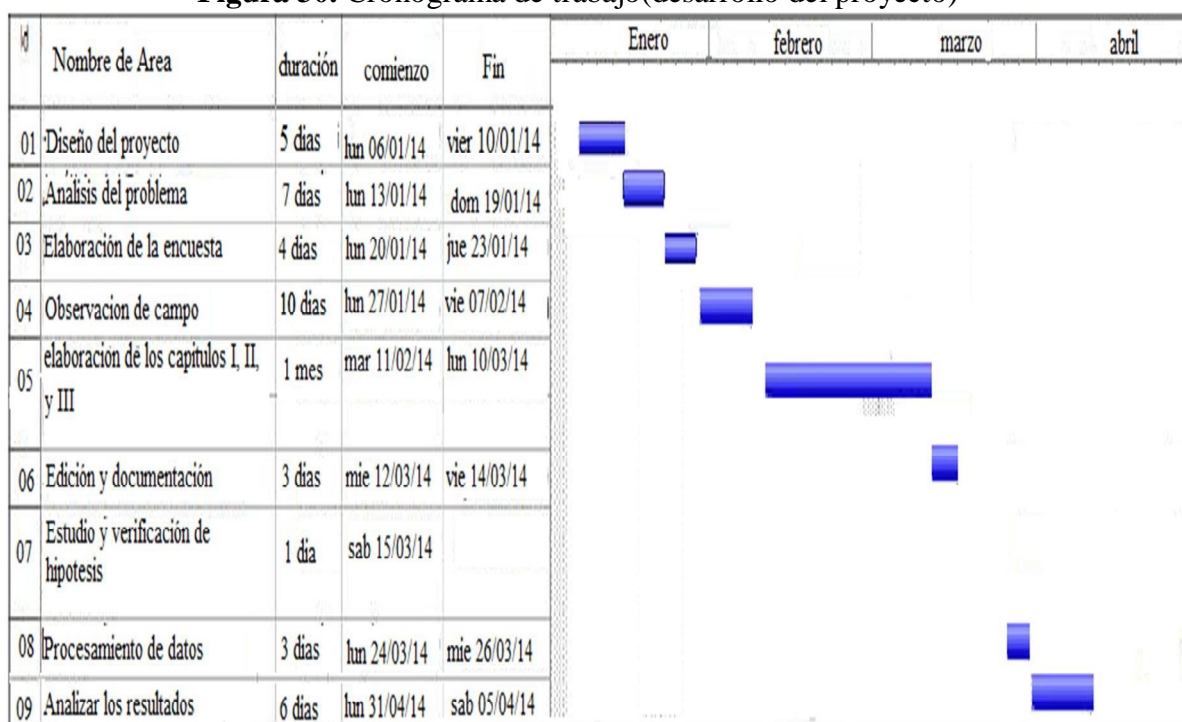
**Fuente:** DELTA NEU SAS

## 5.7.2 IMPACTO

Con la elaboración y puesta en practica de nuestra propuesta conseguiremos disminuir el daño al ecosistema y sobretodo mejorar la salud de los trabajadores y reducir el riesgo de generar enfermedades profesionales.

## 5.7.3 CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

**Figura 30.** Cronograma de trabajo(desarrollo del proyecto)



**Elaborado por:** Ronald Guerrero U.

## CONCLUSIONES

Luego de todo este proceso investigativo tanto de campo como bibliográfico puedo realizar como resultado las siguientes conclusiones:

- El elevado nivel de emisión de partículas de sílice en la planta se debe a que en la actualidad y debido a la gran demanda del producto por parte de los clientes, los equipos de control de polvo que hace diez años eran muy eficiente ya no lo son tanto por la gran cantidad de material a filtrar y también por la vetustez del equipo.
- El personal de planta demuestra tener un conocimiento intermedio sobre los daños que generan el polvo derivado del cemento y sus materias primas y sus posibles consecuencias sobre su salud, quedando claramente demostrado que están altamente capacitados en aspectos técnicos de los equipos, producción, etc., sin embargo demuestran poco conocimiento sobre contaminación ambiental generada por el proceso.
- Pese al elevado costo de inversión en nuevas tecnologías de desempolvamiento y el estudio entre los distintos sistemas considero muy importante y oportuno incluir en el plan de gastos la compra de equipos de control y monitoreo de emisiones, o a su vez subcontratar el servicio de monitoreo.

## RECOMENDACIONES

Viene al caso mencionar una vez más que nuestro proceso es la producción y molienda de cemento y todos los demás procesos auxiliares inherentes y como tal nuestras operaciones siempre generaran polvo, como tal el principal objetivo de la empresa es controlar este problema, llegando a la conclusión que ya podemos definir las siguientes recomendaciones para lograrlo:

- Ante todo realizar un monitoreo de emisiones por parte de empresas con amplia experiencia en el tema, es decir monitorear las emisiones tanto en el ambiente, como en punto de medición como chimeneas, filtros, transporte, etc.
- Establecer cual tipo de tecnología es la apropiada para nuestras operaciones: colectores de mangas, filtros electrostáticos, ciclones y evaluar costos versus eficiencia.
- Realizar mejoras continuas como pueden ser mantenimientos preventivos programados, capacitar a los técnicos en aspectos de los equipos de filtrado desde lo más básico hasta lo complejo.
- Aumentar la cantidad de mangas necesarias para así obtener una mayor eficiencia en el filtrado, pues de esta manera disminuirá la resistencia al paso del aire porque se distribuirá uniformemente a todas las mangas.
- Incluir a todo el personal en un programa de capacitación global.

## BIBLIOGRAFIA

- DE CARVALHO FILHO, Arnaldo Cardim: *Análisis del ciclo de vida productos del cemento*
- ORGANIZACIÓN PANAMERICANA DE LA SALUD: Curso de la Contaminación del Aire, CEPIS, Lima, 2005
- LEAL, José: Ecoeficiencia: Marco de análisis, indicadores y experiencias, CEPAL, Santiago de Chile, 2005
- ASOCEM : El cemento y el medio ambiente, Asociación de productores de cemento, Lima
- HOLCIM GROUP ECUADOR: (2009) Curso de capacitación de transporte y despolvamiento Curso organizado y dictado por planta Holcim Guayaquil
- COMISION NACIONAL DEL MEDIO AMBIENTE : Guía para el Control y Prevención de la Contaminación Industrial, Santiago, 2008
- SANS FONFRIA, Ramón, y, DE PABLO RIBAS, Joan : Ingeniería Ambiental: contaminación y tratamiento
- ORDOÑEZ GARCIA, Salvador, FERNANDEZ DIAZ, Eva, e, IBÁÑEZ ORVIZ, Paz: Desafíos Tecnológico de la Nueva Normativa Sobre Medio Ambiente Industrial, EDIUNO, Asturias, 2007
- Universidad de Castilla la mancha: Eliminación de partículas, Departamento de ingeniería Química.
- HOYOS BARRETO, Andrés Emilio, JIMENEZ CORREA, ORTIZ, Mónica María, MUÑOZ, y Alejandro y MONTES DE CORREA, Consuelo: Tecnologías para la reducción de emisiones de gases contaminantes en plantas cementeras, REVISTA INGENIERIA E INVESTIGACION, 2008



# **ANEXOS**

**ANEXO A: ENCUESTA DIRIGIDA AL PERSONAL DE PLANTA HOLCIM LATACUNGA**



**ENCUESTA DIRIGIDA AL PERSONAL DE PLANTA  
HOLCIM LATACUNGA**

1. ¿Ha sufrido alguna vez una enfermedad alérgica producida por las emisiones de polvo generadas en la planta?

SI	<input type="checkbox"/>
NO	<input type="checkbox"/>

2. ¿Cree usted que con el paso del tiempo laborando en planta existe la posibilidad de adquirir una enfermedad profesional u ocupacional seria?

SI	<input type="checkbox"/>
NO	<input type="checkbox"/>
TALVEZ	<input type="checkbox"/>

3. ¿Por cuál de las siguientes causas piensa que se generan daños en su salud y la de sus compañeros dentro del área de trabajo (elija una sola respuesta con una "X")?

Factores Humanos	<input type="checkbox"/>
Factores Materiales	<input type="checkbox"/>

4. ¿Usted cree que se puede disminuir o reducir las emisiones de polvo generadas por la planta al ambiente?

SI	<input type="checkbox"/>
NO	<input type="checkbox"/>

5.- ¿A qué atribuye las emisiones de partículas emitidas en el proceso de producción de cemento?

Equipos poco eficaces	<input type="checkbox"/>
Falta de mantenimiento periódico	<input type="checkbox"/>
Es un problema que no se puede controlar	<input type="checkbox"/>

6.- ¿Cree que se debería invertir en procesos y nueva tecnología para controlar las emisiones de partículas al aire?

SI	<input type="checkbox"/>
NO	<input type="checkbox"/>

7.- ¿Ha recibido por parte de la empresa capacitación formal sobre el polvo, maneras de controlarlo y las consecuencias del mismo sobre la salud del ser humano?

SI	<input type="checkbox"/>
No	<input type="checkbox"/>
Muy poco	<input type="checkbox"/>

8.- ¿Conoce el funcionamiento básico de los sistemas colectores de polvo de la empresa?

SI	<input type="checkbox"/>
No	<input type="checkbox"/>
Muy poco	<input type="checkbox"/>

9.- ¿Si su respuesta a la pregunta 8 fue “si” o “un poco”, explique brevemente su funcionamiento y operación?

---

---

---

---

10.- ¿Debería incluirse a los sistemas de filtros de polvo y sus componentes en el plan de mantenimiento periódico programado?

SI	<input type="checkbox"/>
No	<input type="checkbox"/>

11.- ¿Si su respuesta a la pregunta 10 fue “no” explique porque?

---

---

---

12.- ¿Usted cree que el polvo generado por la planta también afecta a la vegetación y áreas verdes aledañas a la fábrica?

SI	<input type="checkbox"/>
No	<input type="checkbox"/>

## ANEXO B: PROGRAMA DE DISEÑO AUTOCAD 2011 UTILIZADO PARA ELABORACIÓN DE PLANO

