



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE CIENCIAS QUIMICAS

ESCUELA DE BIOTECNOLOGIA AMBIENTAL

TEMA

**“PROPUESTA DE UN PLAN DE CONTROL DE LA CALIDAD DEL AIRE
DE PARTICULAS SEDIMENTABLES DE LA CIUDAD DE RIOBAMBA”**

TESIS DE GRADO

PREVIO A LA OBTENCION DEL TITULO DE:

INGENIERO EN BIOTECNOLOGIA AMBIENTAL

AUTOR:

CRISTIAN JAVIER LOZANO HERNANDEZ

RIOBAMBA – ECUADOR

2009

AGRADECIMIENTO

A **DIOS** por darme la oportunidad de estar en este mundo maravilloso.

A mis Padres Herminio Lozano y Martha Hernández quienes supieron sacarme adelante,

NO LES DEFRAUDE.

A mis familiares en especial a la familia LOZANO – HERNANDEZ, **DIOS ESTA CON**

USTEDES.

Al Doctor Arquímedes Haro por brindarme su apoyo, **DIOS LO BENDIGA.**

A mis amigos que supieron ayudarme cuando más lo necesitaba.

DEDICATORIA

A mis **PADRES**, por haber confiado en mí ya que sin su apoyo no estaría escribiendo estas frases.

A mi **HERMANO**, Geovanny Lozano por apoyarme en todo lo que necesitaba.

A mis **ABUELITOS**, Leonardo Lozano y Enriqueta Hernández yo se que están con **DIOS** y desde arriba nos cuidas gracias por todo.

A mi familia **LOZANO – HERNANDEZ**, y a todos los que confiaron en mí porque nunca les defraudare. **DIOS LOS BENDIGA.**

NOMBRE

FIRMA

FECHA

Dr. Edmundo Caluña S.

DECANO FAC. CIENCIAS

Dr. José Vanegas C.

DIRECTOR DE ESCUELA

Dr. Arquímedes Haro

DIRECTOR DE TESIS

Dr. Richard Pachacama

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Sr. Carlos Rodríguez

DIRECTOR DEL CENTRO

DE DOCUMENTACION

“Yo CRISTIAN JAVIER LOZANO HERNANDEZ soy responsable de las ideas,
doctrinas y
resultados expuestos en esta tesis, y el patrimonio intelectual de la Tesis de Grado
pertenecen a la ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DE CHIMBORAZO.”

CRISTIAN JAVIER LOZANO HERNANDEZ

INDICE DE ABREVIATURAS

°C	Grado Centígrado
CO	Monóxido de Carbono
CO₂	Dióxido de Carbono
C_{ps}	Concentración de Partículas Sedimentables
cm²	Centímetro Cuadrado
d	Días de muestreo
DINAPA	Dirección Nacional de Protección Ambiental
EPA	Agencia de Protección Ambiental
F	Factor del Envase Colector
g	Gramos
h	hora
Hg	Mercurio

INAMHI	Instituto Nacional de Meteorología
Km	Kilometro
Km/h	Kilometro por hora
m/s	Metro por segundo
mg	Miligramos
mm	Milímetros (precipitación)
mm Hg	Milímetros de Mercurio
NO₂	Dióxido de Nitrógeno
OMS	Organización Mundial de la Salud
PM	Material Particulado
PM > 10	Material Particulado Sedimentable ó > a 10 micrómetros
Pa	Presión Atmosférica
Rst	Residuo soluble total
Rit	Residuo insoluble total

T Temperatura

TULAS Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria

um Micrómetros

% Porcentaje

INDICE GENERAL

INTRODUCCION

CAPITULO I: MARCO TEORICO

1.	MARCO TEORICO	20
1.1	LA ATMOSFERA.....	20
1.1.1	QUE ES LA ATMOSFERA	20
1.1.2	CAPAS DE LA ATMOSFERA	21
1.2	CONTAMINACION ATMOSFERICA.....	26
1.2.1	PRINCIPALES CONTAMINANTES ATMOSFERICOS.....	26
1.2.2	FUENTES CONTAMINANTES ATMOSFERICAS	28
1.3	PRINCIPALES EFECTOS DE LOS CONTAMINANTES ATMOSFERICOS SOBRE LA SALUD Y EL AMBIENTE.	30
1.3.1	MATERIAL PARTICULADO SEDIMENTABLE.....	33
1.4	METODO DE MEDICION DEL MATERIAL PARTICULADO SEDIMENTABLE SEGÚN LA NORMA VIGENTE EN EL ECUADOR.	36
1.4.1	METODO DE REFERENCIA PARA LA MEDICION DE MATERIAL PARTICULADO SEDIMENTABLE EN LA ATMOSFERA.....	36
1.5	NORMAS DE CALIDAD DE AIRE.....	36
1.6	ESTANDAR DE CALIDAD DE AIRE PRIMARIO	37
1.6.1	ESTANDAR DE CALIDAD DE AIRE SECUNDARIO.....	38
1.7	NORMA VIGENTE ECUATORIANA.....	39

CAPITULO II: MATERIALES Y METODOS

2	MATERIALES Y METODOS	40
2.1	DESCRIPCION DEL AREA DE TRABAJO	40
2.1.1	LOCALIZACION GEOGRAFICA.....	40
2.1.2	DATOS FISICOS.....	40
2.1.3	UBICACIÓN GEOGRAFICA.....	41
2.2	MATERIALES EXPERIMENTALES.....	41
2.2.1	MATERIAL PARTICULADO SEDIMENTABLE PROVINIENTE DE LAS DIFERENTES FUENTES	41
2.3	MATERIALES DE CAMPO	44

2.3.1	EQUIPO DE CAPTACION DE MATERIAL PARTICULADO SEDIMENTABLE	44
2.4	MATERIALES DE LABORATORIO	44
2.4.1	BALANZA ANALITICA.....	44
2.4.2	ESTUFA	45
2.5	METODOS.....	45
2.5.1	GENERALIDADES	45
2.5.2	MUESTREO	46
2.5.3	NORMAS DE CALIDAD DE AIRE UTILIZADAS.....	49
2.5.4	METODO DE MEDICION ESTABLECIDO EN LA NORMA VIGENTE DE CALIDAD DE AIRE AMBIENTE	50

CAPITULO III: PARTE EXPERIMENTAL

3	PARTE EXPERIMENTAL	52
3.1	METODOLOGIA.....	52
3.1.1	EVALUACION DE MATERIAL PARTICULADO SEDIMENTABLE.....	52
3.1.2	PREPARACION DEL EQUIPO.....	52
3.2	PROCEDIMIENTO DE MEDICION DE MATERIAL PARTICULADO SEDIMENTABLE EN LA ATMOSFERA.....	53
3.2.1	CALCULOS.....	54
3.2.2	DISEÑO EXPERIMENTAL	55
3.2.3	CARACTERISTICAS DEL DISEÑO EXPERIMENTAL	55
3.2.4	PLAN DE TABULACION.....	56
3.2.5	TRATAMIENTOS	56

CAPITULO IV: RESULTADOS Y DISCUSION

4	RESULTADOS Y DISCUSION.....	57
4.1	DESARROLLO EXPERIMENTAL.....	57
4.2	LEVANTAMIENTO DE LA LINEA BASE.....	57
4.2.1	TERRENO Y TOPOGRAFIA	57
4.2.2	METEOROLOGIA LOCAL.....	58
4.2.3	ESTACIONES METEOROLOGICAS	58
4.2.4	VELOCIDAD Y DIRECCION DEL VIENTO	58
4.2.5	TEMPERATURA	59
4.2.6	PRECIPITACION	60

4.2.7	HUMEDAD ATMOSFERICA	61
4.2.8	PRESION ATMOSFERICA.....	62
4.2.9	LINEA BASE DEL MATERIAL PARTICULADO SEDIMENTABLE EN LA ATMOSFERA.....	62
4.3	EVALUACION DE MATERIAL PARTICULADO SEDIMENTABLE EN LOS PUNTOS DE MUESTREO	63
4.4	COMPARACION DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS EN LOS DIFERENTES PUNTOS DE MUESTREO CON EL LIMITE MAXIMO PERMISIBLE EXPRESADO EN LA NORMA VIGENTE (TULAS).....	68
4.4.1	COMPARACION DEL MATERIAL PARTICULADO SEDIMENTABLE	69
4.4.2	PRINCIPALES MEDIDAS DE SEGURIDAD A TOMAR POR LA CONTAMINACION DE MATERIAL PARTICULADO SEDIMENTABLE	74
4.4.3	CUATRO GRUPOS DE PERSONAS QUE DEBEN PROTEGER DE LOS ALTOS NIVELES DE CONTAMINACION DE MATERIAL PARTICULADO SEDIMENTABLE	76
4.5	DISEÑO EXPERIMENTAL.....	77
4.5.1	DISEÑO DE BLOQUES COMPLETOS	77
CAPITULO V: PLAN DE CONTROL		
5	PLAN DE CONTROL DEL MATERIAL PARTICULADO SEDIMENTABLE	81
5.1	PRESENTACION	81
5.2	OBJETOS	82
5.3	ASPECTOS NORMATIVOS	83
5.4	MEDIDAS DE CONTROL	84
5.4.1	CONTROLES TECNOLOGICOS.....	84
5.4.2	CONTROLES ADMINISTRATIVOS	87
CAPITULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		
6	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	91
6.1	CONCLUSIONES.....	91
6.2	RECOMENDACIONES.....	92

INDICE DE GRAFICOS

GRAFICO # 1 RESULTADOS DEL MUESTREO DE MATERIAL PARTICULADO SEDIMENTABLE (OCTUBRE 2008).....	63
GRAFICO # 2 RESULTADOS DEL MUESTREO DE MATERIAL PARTICULADO SEDIMENTABLE (NOVIEMBRE 2008).....	64
GRAFICO # 3 RESULTADOS DEL MUESTREO DE MATERIAL PARTICULADO SEDIMENTABLE (DICIEMBRE 2008).....	65
GRAFICO # 4 RESULTADOS DEL MUESTREO DE MATERIAL PARTICULADO SEDIMENTABLE (ENERO 2009).....	66
GRAFICO # 5 RESULTADOS DEL MUESTREO DE MATERIAL PARTICULADO SEDIMENTABLE (FEBRERO 2009).....	67
GRAFICO # 6 RESULTADOS DE MATERIAL PARTICULADO SEDIMENTABLE Vs LIMITE MAXIMO PERMISIBLE (OCTUBRE 2008).....	69
GRAFICO # 7 RESULTADOS DE MATERIAL PARTICULADO SEDIMENTABLE Vs LIMITE MAXIMO PERMISIBLE (NOVIEMBRE 2008).....	70
GRAFICO # 8 RESULTADOS DE MATERIAL PARTICULADO SEDIMENTABLE Vs LIMITE MAXIMO PERMISIBLE (DICIEMBRE 2008).....	71
GRAFICO # 9 RESULTADOS DE MATERIAL PARTICULADO SEDIMENTABLE Vs LIMITE MAXIMO PERMISIBLE (ENERO 2009).....	72

GRAFICO # 10 RESULTADOS DE MATERIAL PARTICULADO SEDIMENTABLE	
Vs LIMITE MAXIMO PERMISIBLE (FEBRERO 2009).....	73

INDICE DE TABLAS

TABLA I CONSTITUCION DE LA ATMOSFERA EN %.....	21
TABLA II NORMAS DE CALIDAD DE AIRE DE LA EPA.....	37
TABLA III NORMAS DE CALIDAD DE AIRE DEL TULAS.....	38
TABLA IV RECOMENDACIONES DE LA OMS DE LA CANTIDAD MINIMA DE PUNTOS DE MUESTREO.....	45
TABLA V LIMITE MAXIMO PERMISIBLE.....	49
TABLA VI DISEÑO DE BLOQUES COMPLETOS PARA MATERIAL PARTICULADO SEDIMENTABLE.....	55
TABLA VII DATOS DE VELOCIDAD Y DIRECCION DEL VIENTO.....	58
TABLA VIII DATOS DE TEMPERATURA.....	59
TABLA IX DATOS DE PRECIPITACION.....	59
TABLA X DATOS DE HUMEDAD ATMOSFERICA.....	60
TABLA XI LINEA BASE DE MATERIAL PARTICULAD SEDIMENTABLE....	62
TABLA XII RESULTADOS DEL MUESTREO DE MATERIAL PARTICULADO SEDIMENTABLE (OCTUBRE 2008).....	62
TABLA XIII RESULTADOS DEL MUESTREO DE MATERIAL PARTICULADO SEDIMENTABLE (NOVIEMBRE 2008).....	63

TABLA XIV RESULTADOS DEL MUESTREO DE MATERIAL PARTICULADO SEDIMENTABLE (DICIEMBRE 2008).....	64
TABLA XV RESULTADOS DEL MUESTREO DE MATERIAL PARTICULADO SEDIMENTABLE (ENERO 2009).....	65
TABLA XVI RESULTADOS DEL MUESTREO DE MATERIAL PARTICULADO SEDIMENTABLE (FEBRERO 2009).....	66
TABLA XVII RESULTADOS DE MATERIAL PARTICULADO SEDIMENTABLE V_s LIMITE MAXIMO PERMISIBLE (OCTUBRE 2008).....	68
TABLA XVIII RESULTADOS DE MATERIAL PARTICULADO SEDIMENTABLE V_s LIMITE MAXIMO PERMISIBLE (NOVIEMBRE 2008).....	69
TABLA XIX RESULTADOS DE MATERIAL PARTICULADO SEDIMENTABLE V_s LIMITE MAXIMO PERMISIBLE (DICIEMBRE 2008).....	70
TABLA XX RESULTADOS DE MATERIAL PARTICULADO SEDIMENTABLE V_s LIMITE MAXIMO PERMISIBLE (ENERO 2009).....	71
TABLA XXI RESULTADOS DE MATERIAL PARTICULADO SEDIMENTABLE V_s LIMITE MAXIMO PERMISIBLE (FEBRERO 2009).....	72
TABLA XXII DISEÑO DE BLOQUES COMPLETOS PARA MATERIAL PARTICULADO SEDIMENTABLE.....	76
TABLA XXIII ANALISIS DE VARIANZA DE UN DISEÑO EXPERIMENTAL.....	78

INDICE DE FIGURAS

FIGURA # 1 CAPAS DE LA ATMOSFERA.....	21
FIGURA # 2 LA TROPOSFERA.....	22
FIGURA # 3 LA ESTRATOSFERA.....	23
FIGURA # 4 LA IONOSFERA.....	24
FIGURA # 5 LA MESOSFERA.....	24
FIGURA # 6 LA EXOSFERA.....	25

INTRODUCCION

La contaminación del Aire Ambiente es una constante amenaza para la Salud Humana y el Ambiente, los avances científicos e investigaciones realizadas mediante Vigilancia Ambiental demuestran relaciones de respuesta cada vez mas rápidas entre estado de Calidad de Aire Ambiente y Calidad de Salud y Vida, así como sobre el equilibrio entre sus variables. Las afectaciones que se presenten de manera aguda y crónica sobre varios sistemas vitales de los seres humanos y ecosistemas expuestos a constante Contaminación del Aire, tiene un costo psíquico y económico que estamos asumiendo las sociedades y que sube constantemente en el Ecuador en especial en la Ciudad de Riobamba.

Por otro lado las diferentes fuentes contaminantes han provocado la Contaminación Ambiental y disminución de su calidad, esta triste realidad a dado a la humanidad sus primeras lecciones y a conducido a tomar acciones urgentes de prevención y control de la Contaminación y mitigación de Impactos, que algunos de estos pueden ser irreversibles,

Tan solo refiriéndose al deterioro del Recurso Aire durante los últimos diez años, Riobamba no a tenido un estudio en el que indique la Calidad de Aire que tenemos, además a sido una de las Ciudades afectadas por las diferentes fuentes contaminantes, afectando con sus cenizas, polvos, aerosoles, etc, y contribuyendo con el Efecto Invernadero, Agotamiento de la Capa de Ozono, y el Calentamiento Climático Global, cuyo precio como deuda Ambiental tendrá que pagar toda la Humanidad.

El Ministerio del Ambiente del Ecuador con la misión de “ Dirigir la Gestión Ambiental, a través de las políticas, normas e instrumentos de fomento y control, para lograr el uso

Sustentable y la conservación del capital natural del Ecuador, asegurar el derecho de sus habitantes a vivir en un ambiente sano y apagar la competitividad del país” y su visión “ Ser la Autoridad Ambiental Nacional Solida, líder del Sistema Nacional Descentralizado de Gestión Ambiental, a promulgado el Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria (TULAS) principalmente el Libro VI Anexo 4 en el que consta la Calidad de Aire Ambiente, el cual será de suma importancia en este estudio ya que nos basaremos en las disposiciones legales aquí establecidas ya que en la Ciudad de Riobamba no cuentan con una ordenanza exclusiva para la Calidad del Aire.

El presente estudio se lo realizo con el fin de determinar la Calidad de Aire que los habitantes de la Ciudad de Riobamba estamos respirando.

OBJETIVOS:

GENERAL

- Proponer un plan de control de la calidad del aire de partículas sedimentables en la zona urbana de la ciudad de Riobamba.

ESPECIFICOS

- Realizar un plan de monitoreo.
- Realizar el Monitoreo los niveles de concentración de partículas sedimentables.
- Proponer un plan de control de la calidad del aire en partículas sedimentables en la zona urbana de la ciudad de Riobamba.

HIPOTESIS

Elaboración de un Plan de Manejo y Control de contaminación de Partículas Sedimentables permitirá la reducción y control de sus niveles de concentración.

CAPITULO I

1. MARCO TEORICO

1.1 LA ATMOSFERA

La Atmósfera es la envoltura gaseosa, de unos 200 kilómetros de espesor, que rodea la Tierra. Constituye el principal mecanismo de defensa de las distintas formas de vida. Ha necesitado miles de millones de años para alcanzar su actual composición y estructura que la hacen apta para la respiración de los seres vivos que la habitan.

Una de las funciones más importantes que realiza la atmósfera es proteger a los seres vivos de los efectos nocivos de las radiaciones solares ultravioleta. La Tierra recibe todo un amplio espectro de radiaciones procedentes del Sol, que terminarían con toda forma posible de vida sobre su superficie de no ser por el ozono y el oxígeno de la atmósfera, que actúan como un filtro absorbiendo parte de las radiaciones ultravioleta.

1.1.1 QUE ES LA ATMOSFERA

La atmósfera es una mezcla de gases que rodea un objeto celeste (como la tierra) que cuenta un campo gravitatorio suficiente para impedir que escapen.

La atmósfera actúa como un regulador térmico, trae lluvia de los océanos, calor de los desiertos y trópicos, y frío de los polos. Con frecuencia se mueven tranquilamente pero a veces muestra su fuerza por medio de tornados y ciclones desplazándose a más de 300 Km/h, es la responsable de todos los tipos de climas que influyen en la vida de las plantas, los animales, y el hombre.

TABLA I

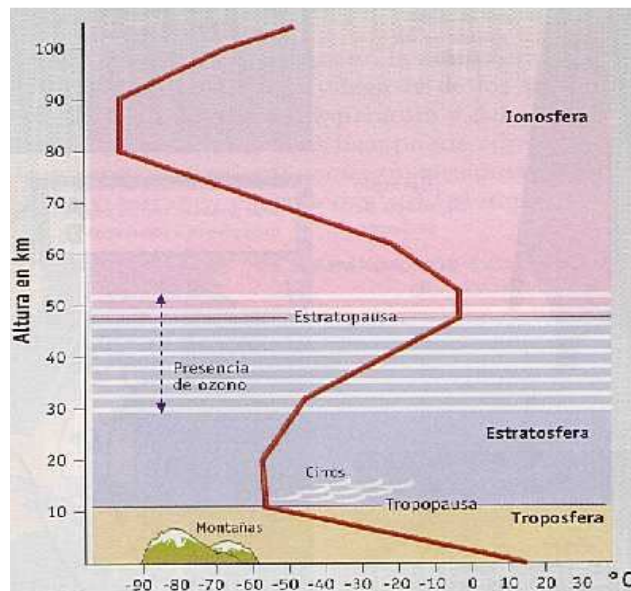
CONSTITUCION DE LA ATMOSFERA EN %

Componentes	% (en vol.)
Nitrógeno	78.084
Oxígeno	20.946
Argón	0.934
CO ₂	0.033

Fuente: <http://www.tecnun.es/asignaturas/ecologia/hipertexto/03AtmHidr/110Atmosf.htm>.

1.1.2 CAPAS DE LA ATMOSFERA

Figura # 1.- Capas de la Atmosfera



Fuente: <http://www.tecnun.es/asignaturas/ecologia/hipertexto/03AtmHidr/110Atmosf.htm>

1.1.2.1 LA TROPOSFERA

Es la zona más baja de la atmósfera cuya altura llega aproximadamente a los 12 kilómetros sobre la superficie terrestre. En ella se producen todos los fenómenos meteorológicos, como la formación de las nubes, la lluvia y el viento. Contiene la mayor proporción de vapor de agua que permite mantener el calor procedente de la superficie terrestre. Los seres vivos encuentran en ella el aire compuesto por todos los gases que necesitan para vivir. La temperatura varía a razón de 1°C cada 180 metros a medida que se asciende, hasta llegar a cerca de -56°C en el límite superior.

Figura # 2.- Imagen de nubes en la Troposfera terrestre



Fuente: <http://jmarcano.topcities.com/beginner/capas.html>

1.1.2.2 LA ESTRATOSFERA

Es la capa que se encuentra entre los 12 y los 90 kilómetros de altura. Los gases se encuentran separados formando capas o estratos de acuerdo a su peso. Una de ellas es la capa de ozono que protege a la Tierra del exceso de rayos ultravioletas provenientes del Sol.

Las cantidades de oxígeno y anhídrido carbónico son casi nulas y aumenta la proporción de hidrógeno. Actúa como regulador de la temperatura, siendo en su parte inferior cercana a los -60°C disminuye con la altura hasta los -80°C y vuelve a subir levemente.

Figura # 3.- Nubes en la estratosfera



Fuente: <http://jmarcano.topcities.com/beginner/capas.html>

1.1.2.3 LA IONOSFERA

Es la capa que se encuentra entre los 90 y los 1.100 kilómetros de altura. En ella existe capas formadas por átomos cargados eléctricamente, llamados iones. Al ser una capa conductora de electricidad, es la que posibilitan las transmisiones de radio y televisión por su propiedad de reflejar las ondas. El gas predominante es el hidrógeno. Allí se produce la destrucción de los meteoritos que llegan a la Tierra. Su temperatura aumenta desde los -73°C hasta llegar a 800°C .

Figura # 4.- Los trasbordadores espaciales giran alrededor de la Tierra en la Ionosfera.



Fuente: <http://jmarcano.topcities.com/beginner/capas.html>

1.1.2.4 LA MESOSFERA

La mesosfera es la tercera capa de la atmósfera de la Tierra. La temperatura disminuye a medida que se sube, como sucede en la troposfera. Puede llegar a ser hasta de -90° C. Es la zona más fría de la atmósfera.

Figura # 5.- La Mesosfera



Fuente: <http://jmarcano.topcities.com/beginner/capas.html>

1.1.2.5 LA EXOSFERA

Es la capa externa de la Tierra que se encuentra por encima de los 1.100 kilómetros de altura. Está compuesta principalmente por hidrógeno y helio y las partículas van disminuyendo hasta desaparecer. Debido a la baja atracción gravitatoria algunas pueden llegar a escapar al espacio interplanetario. Su temperatura diurna alcanza los 2.500°C y la nocturna llega a -273°C correspondientes al cero absoluto.

Figura # 6.- La Exosfera



Fuente: <http://jmarcano.topcities.com/beginner/capas.html>

1.2 CONTAMINACION ATMOSFERICA

La contaminación del aire es uno de los problemas ambientales más importantes, y es resultado de las actividades del hombre o de fuentes naturales (volcanes, erosión, etc.). Las causas que originan esta contaminación son diversas, pero el mayor índice es provocado por las actividades industriales, comerciales, domésticas y agropecuarias.

Se entiende a la contaminación atmosférica como la contaminación de la atmósfera por residuos o productos secundarios gaseosos, sólidos o líquidos, que pueden poner en peligro la salud del hombre y la salud y bienestar de las plantas y animales, atacar a distintos materiales, reducir la visibilidad o producir olores desagradables.

Un contaminante del aire es cualquier sustancia presente en la atmósfera que haya sido originada por la actividad del hombre o por procesos naturales, que afecte al ser humano o al medio ambiente.

1.2.1 PRINCIPALES CONTAMINANTES ATMOSFERICOS

Monóxido de Carbono (CO): Es un gas inodoro e incoloro. Cuando se lo inhala, sus moléculas ingresan al torrente sanguíneo, donde inhiben la distribución del oxígeno. En bajas concentraciones produce mareos, jaqueca y fatiga, mientras que en concentraciones mayores puede ser fatal.

El monóxido de carbono se produce como consecuencia de la combustión incompleta de combustibles a base de carbono, tales como la gasolina, el petróleo y la leña, y de la de productos naturales y sintéticos, como por ejemplo el humo de cigarrillos. Se lo halla en altas concentraciones en lugares cerrados, como por ejemplo garajes y túneles con mal ventilados, e incluso en caminos de tránsito congestionado.

Dióxido de Carbono (CO₂): Es el principal gas causante del efecto invernadero. Se origina a partir de la combustión de carbón, petróleo y gas natural. En estado líquido o sólido produce quemaduras, congelación de tejidos y ceguera. La inhalación es tóxica si se encuentra en altas concentraciones, pudiendo causar incremento del ritmo respiratorio, desvanecimiento e incluso la muerte.

Oxido de nitrógeno (NO_x): Proviene de la combustión de la gasolina, el carbón y otros combustibles. Es uno de las principales causas del smog y la lluvia ácida. El primero se produce por la reacción de los óxidos de nitrógeno con compuestos orgánicos volátiles. En altas concentraciones, el smog puede producir dificultades respiratorias en las personas asmáticas, accesos de tos en los niños y trastornos en general del sistema respiratorio. La lluvia ácida afecta la vegetación y altera la composición química del agua de los lagos y ríos, haciéndola potencialmente inhabitable para las bacterias, excepto para aquellas que tienen tolerancia a los ácidos.

Dióxido de azufre (SO₂): Es un gas inodoro cuando se halla en bajas concentraciones, pero en alta concentración despide un olor muy fuerte. Se produce por la combustión de carbón, especialmente en usinas térmicas. También proviene de ciertos procesos industriales, tales como la fabricación de papel y la fundición de metales. Al igual que los óxidos de nitrógeno, el dióxido de azufre es uno de los principales causantes del smog y la lluvia ácida. Está estrechamente relacionado con el ácido sulfúrico, que es un ácido fuerte. Puede causar daños en la vegetación y en los metales y ocasionar trastornos pulmonares permanentes y problemas respiratorios.

Partículas: En esta categoría se incluye todo tipo de materia en suspensión en forma de humo, polvo y vapores. Además, de reducir la visibilidad y la cubierta del suelo, la inhalación de estas partículas microscópicas, que se alojan en el tejido pulmonar, es causante de diversas enfermedades respiratorias. Las partículas en suspensión también son las principales causantes de la neblina, la cual reduce la visibilidad.

Las partículas de la atmósfera provienen de diversos orígenes, entre los cuales podemos mencionar la combustión de diesel en camiones y autobuses, los combustibles fósiles, la mezcla y aplicación de fertilizantes y agroquímicos, la construcción de caminos, la fabricación de acero, la actividad minera, la quema de rastrojos y malezas y las chimeneas de hogar y estufas a leña.

1.2.2 FUENTES CONTAMINANTES ATMOSFERICAS

Los contaminantes presentes en la atmósfera proceden de dos tipos de fuentes emisoras bien diferenciadas: las fuentes naturales, y las antropogénicas o artificiales. Esta última se

refiere a las actividades humanas. Las emisiones naturales provienen fundamentalmente de los volcanes, incendios forestales, y descomposición de la materia orgánica en el suelo y en los océanos.

1.2.2.1 FUENTES ARTIFICIALES

Son las que contaminan a causa de las actividades humanas. Comprende las fuentes fijas y móviles.

- **FUENTES FIJAS.-** Es toda instalación establecida en un solo lugar y que tiene como propósito desarrollar procesos industriales, comerciales, de servicios o actividades que generan o pueden generar emisiones contaminantes a la atmosfera. Incluyen a los sectores: químico, petrolero, pinturas y tintas, de automóviles, de pavel, del acero, del vidrio, de la generación de la electricidad, del cemento, etc.
- **FUENTES MOVILES.-** Se consideran los vehículos automotores que circulan por carretera tales automóviles, camiones, autobuses, y motocicletas.

Las emisiones más comunes de los vehículos automotores son; del tubo de escape, las emisiones evaporativas provenientes de las fugas del combustible que ocurren cuando está operando el motor, las emisiones del tanque del combustible del vehículo por el aumento de la temperatura ambiente.

1.2.2.2 FUENTES NATURALES

Son factores que contaminan independientemente de las actividades humanas, como los vientos que producen polvaredas, las erupciones volcánicas, la erosión del suelo, los incendios forestales, etc.

1.3 PRINCIPALES EFECTOS DE LOS CONTAMINATES ATMOSFERICOS SOBRE LA SALUD Y EL AMBIENTE.

- **EFECTOS SOBRE LA SALUD**

Expertos en salud ambiental y cardiólogos de la Universidad de California del Sur, acaban de demostrar por primera vez lo que hasta ahora era apenas una sospecha: la contaminación ambiental de las grandes ciudades afecta la salud cardiovascular. Se comprobó que existe una relación directa entre el aumento de las partículas contaminantes del aire de la ciudad y el engrosamiento de la pared interna de las arterias (la "íntima media"), que es un indicador comprobado de la arteriosclerosis.

El efecto persistente de la contaminación del aire respirado, en un proceso silencioso de años, conduce finalmente al desarrollo de afecciones cardiovasculares agudas, como el infarto. Al inspirar partículas ambientales con un diámetro menor de 2,5 micrómetros, ingresan en las vías respiratorias más pequeñas y luego irritan las paredes arteriales. Los investigadores hallaron que por cada aumento de 10 microgramos por metro cúbico de esas partículas, la alteración de la pared íntima media de las arterias aumenta un 5,9 %. El humo

del tabaco y el que en general proviene del sistema de escape de los autos produce la misma cantidad de esas partículas.

El riesgo a la salud por partículas lo constituyen su concentración en el aire y el tiempo de exposición; sin embargo, el tamaño es la característica física más importante para determinar su toxicidad y efectos en la salud humana.

Las partículas mayores a 10 micras son retenidas básicamente en las vías respiratorias superiores y eliminadas en su mayor parte por el sistema de limpieza natural del tracto respiratorio, por lo que no son consideradas significativamente dañinas para la salud, sin embargo la exposición continua a altas concentraciones puede causar irritación de garganta y mucosas.

Los grupos de la población con mayor susceptibilidad a los efectos de las partículas incluyen:

- Niños
- Ancianos
- Personas con enfermedades respiratorias y cardiovasculares previas.
- Fumadores
- Personas que respiran por la boca

- **EFFECTOS SOBRE EL AMBIENTE**

- Visibilidad

La visibilidad es la distancia en la cual un objeto puede ser percibido contra el cielo como horizonte sin una distinción exacta de sus detalles. En regiones donde la concentración de partículas fluctúa alrededor de $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$, la visibilidad media es de 50 a 60 Km. Por el contrario las áreas urbanas donde la concentración de partículas excede los $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$, la visibilidad promedio se reduce a 8 ó 10 Km. Cuando se produce el smog fotoquímico, las partículas duplican su concentración y la visibilidad se reduce a 5 ó 7 Km.

La reducción de la visibilidad es una de las pruebas más evidentes del aumento de contaminación por partículas. En la Ciudad de México la visibilidad promedio en enero de 1937 era de 10 a 15 Km. y al principio de la década de los años 70 disminuyó entre 2 y 4 Km.

- Clima

Las partículas reflejan y absorben parte de la energía solar, lo cual provoca un decremento de la temperatura en algunas regiones del planeta.

- Materiales

Las partículas actúan como catalizadores sobre superficies metálicas, favoreciendo su oxidación. Además pueden absorber gases como los óxidos de azufre y óxidos de nitrógeno, los cuales reaccionan con la humedad del entorno y forman partículas de ácido

sulfúrico o nítrico. Estos ácidos corroen los materiales de construcción de edificios y monumentos, los cuales constituyen el patrimonio histórico de la humanidad (lluvia ácida).

• Ecosistema

Las partículas y otros contaminantes del aire son causantes de la alteración de los elementos típicos del suelo y propiedades fisicoquímicas del agua. Intervienen significativamente en la formación del fenómeno de lluvia ácida, su impacto en la biosfera es determinado por el grado de toxicidad y contenido orgánico de las mismas.

1.3.1 MATERIAL PARTICULADO SEDIMENTABLE

Partículas sedimentables (> 10 micras).- Son partículas que por su peso tienden a precipitarse con facilidad, razón por lo cual permanecen suspendidas en el aire en periodos cortos de tiempo. Por lo general no representan riesgos significativos a la salud humana.

Polvos.- Son partículas sólidas pequeñas (de 1 a 1,000 micras), se forman por fragmentación en procesos de molienda, cribado, explosiones, y erosión del suelo. Se mantienen en suspensión y se desplazan mediante corrientes de aire.

Cenizas Volantes.- Son partículas finas no combustibles que provienen de la combustión del carbón. Su tamaño oscila entre 1 y 1,000 micras. Entre sus componentes se encuentran sustancias inorgánicas de metales, óxidos de silicio, aluminio, hierro, y calcio. Al depositarse en superficies actúan como abrasivos.

Aerosoles.- Un aerosol ambiental es una suspensión en el aire de partículas finas líquidas o sólidas. Se dividen en aerosoles primarios y secundarios, los primarios son partículas relativamente estables que se emite directamente a la atmósfera, mientras que los secundarios son partículas que se forman en proceso de conversión de gas a partícula. Miden entre 0,01 y 100 micras de diámetro.

PARTÍCULAS SEDIMENTABLES PROCEDENTES DE LA ATMOSFERA.- En la atmósfera existen partículas en suspensión que se deben en parte a causas naturales, como la erosión, los incendios forestales, las lluvias, etc. Se sedimentan en el suelo según su composición y el tamaño, el nivel de lluvias que las arrastra y otros factores, siendo una de las causas de ensuciamiento de los núcleos urbanos. Las partículas cercanas a las 10 micras de diámetro tienen un bajo poder de sedimentación, pero las que superan las 20 micras se depositan con suma facilidad, y debe tenerse en cuenta que un elevado porcentaje de este tipo de residuo supera las 300 micras de diámetro.

TIERRAS Y ARENAS PROCEDENTES DE LA ATMOSFERA.- Arrastres de diverso tipo mueven y depositan tierras y arenas sobre los pavimentos, constituyendo otro foco de ensuciamiento. Los fenómenos meteorológicos transportan partículas de arena y barro; en otros casos, los vehículos, tras el paso por terrenos no urbanizados, producen un efecto similar. A la dispersión de tierras y arenas contribuyen también las obras en las vías públicas, la construcción y el descombro y su transporte.

RESIDUOS NATURALES PROCEDENTES DE FAUNA Y FLORA URBANA.-Son originados por los procesos naturales que se desprenden de la escasa vida salvaje que existe en el entorno urbano. Las especies vegetales que crecen en las ciudades generan ensuciamiento. Flores, semillas, hojas, ramas y cortezas se desprenden, caen al suelo y se unen a otros residuos procedentes de la actividad ciudadana. Las cantidades oscilan según clima y extensión de zona verde, entre otros factores.

Del mismo modo, y sin considerar la fauna propiciada por el hombre, se cuentan por miles las especies de insectos, mamíferos, aves y otros animales no domésticos que tienen en los núcleos urbanos su hábitat natural. Las torres y espadañas de muchas iglesias son zona de nidificación y cría del cernícalo; con la llegada de la primavera, el vencejo aparece en las plazas de las ciudades, llegando sus excrementos a ser un serio problema de ensuciamiento.

Así mismo gorriones, mirlos, palomas, cigüeñas y otras especies que acompañan al hombre de forma natural, causan ensuciamiento como consecuencia de sus procesos biológicos. Estos residuos, una vez depositados en las vías urbanas, sufren un rápido proceso de

transeúntes y vehículos producen, de manera que su tamaño se reduce y llegan a integrarse con los restos propios de las actividades urbanas.

1.4 METODO DE MEDICION DEL MATERIAL PARTICULADO SEDIMENTABLE SEGÚN LA NORMA VIGENTE EN EL ECUADOR.

El análisis y medición de los contaminantes pueden hacerse por diversos medios según las características físicas y químicas del contaminante.

Se entrega a continuación la descripción principal del método de referencia disponible para material particulado sedimentable, según la norma vigente de calidad de aire para el Ecuador.

1.4.1 METODO DE REFERENCIA PARA LA MEDICION DE MATERIAL PARTICULADO SEDIMENTABLE EN LA ATMOSFERA.

El método de referencia que se describe a continuación, es aquel que está establecido por la Norma vigente de Calidad de Aire Ambiente, del Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria (TULAS)

1.5 NORMAS DE CALIDAD DE AIRE

- La calidad del aire se define no en función del aire por sí mismo, sino que para que este, en razón de las concentraciones de los contaminantes que contenga, no represente un riesgo para el hombre, la flora o los suelos.

- Se define la calidad que debe tener el aire respecto a un contaminante dado, o a la inversa, la forma en que puede ser usado el aire, en cuanto componente del ambiente, como receptor de las descargas de un contaminante dado que generan determinadas actividades naturales o productivas.
- La fijación de un estándar de calidad ambiental debe estar basada en un fundamento de carácter científico, lo que obliga a la realización de los estudios pertinentes, que establezcan las asociaciones o correlaciones relevantes entre contaminantes y los efectos que se quieren evitar.

Dadas las limitaciones económicas que tienen los países en vías de desarrollo para realizar un estudio de esa naturaleza, es razonable adoptar estándares de otros países que han efectuado tales estudios de respaldo, como los E.E.U.U. de Norteamérica, pero adaptándolos en lo pertinente a la realidad nacional.

1.6 ESTANDAR DE CALIDAD DE AIRE PRIMARIO

Define niveles de calidad de aire en el cual la entidad responsable juzga que es el necesario, con un adecuado margen de seguridad, para proteger la salud de la población. Los estándares primarios tienen por objetivo proteger la vida y salud de los seres humanos, con un margen razonable de seguridad.

1.6.1 ESTANDAR DE CALIDAD DE AIRE SECUNDARIO

Define niveles de calidad de aire en el cual la entidad responsable juzga que es el necesario para proteger el bienestar de la población de un efecto adverso conocido o esperado de un contaminante.

Los estándares secundarios están destinados a proteger, conservar, o preservar la vida y la salud de los seres vivos no humanos (flora y fauna), la renovabilidad de los recursos de los cuales tales especies dependen, y la sustentabilidad de las funciones de los ecosistemas que forman parte, también con un margen razonable de seguridad.

Asimismo son funcionales para la protección de monumentos, visibilidad, paisajes u otros aspectos del medio ambiente. En la tabla II se resumen las normas de calidad de aire dadas por la EPA. Todas las mediciones de calidad de aire son corregidas para referirlas a 25°C de temperatura y a presión de 760 mm Hg o (1,032 milibares) (101,3 Kpa).

TABLA II
NORMAS DE CALIDAD DE AIRE DE LA EPA

CONTAMINANTE	ESTANDAR NACIONAL	CONCENTRACION
Material Particulado Sedimentable	Estándar Primario	(1mg/cm ² * 30 d)

Fuente: EPA (Environmental Protection Agency)

1.7 NORMA VIGENTE ECUATORIANA

La tabla III expresada a continuación es tomada del Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria (TULAS) del Libro VI del Anexo 4.

TABLA III
NORMAS DE CALIDAD DE AIRE DEL TULAS.

CONTAMINANTE	ESTANDAR NACIONAL	CONCENTRACION
Material Particulado Sedimentable	Estándar Primario	(1mg/cm ² * 30 d)

Fuente: Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria (TULAS) del Libro VI del Anexo 4, de Calidad de Aire Ambiente.

CAPITULO II

2 MATERIALES Y METODOS

2.1 DESCRIPCION DEL AREA DE TRABAJO

2.1.1 LOCALIZACION GEOGRAFICA

Riobamba lugar donde se llevo a cabo el presente estudio, ocupa aproximadamente 3000 hectáreas y se encuentra ubicada en la región sierra, en la zona centro del Ecuador específicamente, la ciudad de Riobamba también es conocida como la “Sultana de los Andes” se encuentra ubicada en la Provincia de Chimborazo.

2.1.2 DATOS FISICOS

Riobamba está ubicada en la región sierra, zona centro del Ecuador, tomando las características de un clima frio característico de ciudades ubicadas en la Cordillera de los Andes llegando a registrar una temperatura media de 14°C.

Las características del área donde se desarrollo el estudio son las siguientes:

- La temperatura ambiente media registrada durante todo el año es de 13,2°C.
- La humedad relativa en la zona es de 87%.
- La velocidad del viento es de 1,8 m/s.
- La precipitación anual es de 1544 mm.

- La presión atmosférica es de 556,8 mm Hg.

Geográficamente se encuentra en las coordenadas:

1°38'3" y 1°4" de latitud sur.

78°39" y 78°40'36" de longitud oeste.

2.1.3 UBICACIÓN GEOGRAFICA

Riobamba está localizada en el centro del Ecuador, 188km al sur de Quito, 248km al este de Guayaquil.

Riobamba está construida de una forma simétrica sobre una meseta rodeada por nevados y volcanes como el Chimborazo, el Altar, el Carihuairazo. La ciudad principal fue habitada por la Nación Puruhá, antes de la llegada de los españoles. La nación Puruhá fue un importante establecimiento aborigen de Liribamba, el lugar de la fundación de la primera ciudad española en este país en 1534. Riobamba fue uno de los más prósperos lugares durante la época de la Colonia, pero un fuerte terremoto enterró Riobamba, y la ciudad fue reconstruida en su actual ubicación en 1799.

2.2 MATERIALES EXPERIMENTALES

2.2.1 MATERIAL PARTICULADO SEDIMENTABLE PROVENIENTE DE LAS DIFERENTES FUENTES

Polvos.- Son partículas sólidas pequeñas (de 1 a 1,000 micras), se forman por fragmentación en procesos de molienda, cribado, explosiones, y erosión del suelo. Se mantienen en suspensión y se desplazan mediante corrientes de aire.

Cenizas Volantes.- Son partículas finas no combustibles que provienen de la combustión del carbón. Su tamaño oscila entre 1 y 1,000 micras. Entre sus componentes se encuentran sustancias inorgánicas de metales, óxidos de silicio, aluminio, hierro, y calcio. Al depositarse en superficies actúan como abrasivos

Aerosoles.- Un aerosol ambiental es una suspensión en el aire de partículas finas líquidas o sólidas. Se dividen en aerosoles primarios y secundarios, los primarios son partículas relativamente estables que se emite directamente a la atmósfera, mientras que los secundarios son partículas que se forman en proceso de conversión de gas a partícula. Miden entre 0,01 y 100 micras de diámetro.

PARTÍCULAS SEDIMENTABLES PROCEDENTES DE LA ATMOSFERA.- En la atmósfera existen partículas en suspensión que se deben en parte a causas naturales, como la erosión, los incendios forestales, las lluvias, etc. Se sedimentan en el suelo según su composición y el tamaño, el nivel de lluvias que las arrastra y otros factores, siendo una de las causas de ensuciamiento de los núcleos urbanos. Las partículas cercanas a las 10 micras de diámetro tienen un bajo poder de sedimentación, pero las que superan las 20 micras se depositan con suma facilidad, y debe tenerse en cuenta que un elevado porcentaje de este tipo de residuo supera las 300 micras de diámetro.

TIERRAS Y ARENAS PROCEDENTES DE LA ATMOSFERA.- Arrastres de diverso tipo mueven y depositan tierras y arenas sobre los pavimentos, constituyendo otro foco de ensuciamiento. Los fenómenos meteorológicos transportan partículas de arena y barro; en otros casos, los vehículos, tras el paso por terrenos no urbanizados, producen un efecto

similar. A la dispersión de tierras y arenas contribuyen también las obras en las vías públicas, la construcción y el descombro y su transporte.

RESIDUOS NATURALES PROCEDENTES DE FAUNA Y FLORA URBANA.-Son originados por los procesos naturales que se desprenden de la escasa vida salvaje que existe en el entorno urbano. Las especies vegetales que crecen en las ciudades generan ensuciamiento. Flores, semillas, hojas, ramas y cortezas se desprenden, caen al suelo y se unen a otros residuos procedentes de la actividad ciudadana. Las cantidades oscilan según clima y extensión de zona verde, entre otros factores.

Del mismo modo, y sin considerar la fauna propiciada por el hombre, se cuentan por miles las especies de insectos, mamíferos, aves y otros animales no domésticos que tienen en los núcleos urbanos su hábitat natural. Las torres y espadañas de muchas iglesias son zona de nidificación y cría del cernícalo; con la llegada de la primavera, el vencejo aparece en las plazas de las ciudades, llegando sus excrementos a ser un serio problema de ensuciamiento.

Así mismo gorriones, mirlos, palomas, cigüeñas y otras especies que acompañan al hombre de forma natural, causan ensuciamiento como consecuencia de sus procesos biológicos. Estos residuos, una vez depositados en las vías urbanas, sufren un rápido proceso de transeúntes y vehículos producen, de manera que su tamaño se reduce y llegan a integrarse con los restos propios de las actividades urbanas.

2.3 MATERIALES DE CAMPO

2.3.1 EQUIPO DE CAPTACION DE MATERIAL PARTICULADO SEDIMENTABLE

Descripción.- Se utilizará un envase, de 15 centímetros de diámetro o mayor, y con altura dos o tres veces el diámetro. La altura del envase, sobre el nivel de suelo, será de al menos 1,2 metros.

El equipo colector se debe colocar en un espacio abierto alejado de muros verticales, edificios, arboles, etc. Que puedan interferir la determinación, como criterio de alejamiento se puede considerar la distancia doble de la altura del objeto que interfiere.

2.4 MATERIALES DE LABORATORIO

2.4.1 BALANZA ANALITICA

La balanza analítica es un instrumento utilizado en Química, que sirve para medir la masa. Su característica más importante es que poseen muy poca incertidumbre, lo que las hace ideales para utilizarse en mediciones muy precisas. Las balanzas analíticas generalmente son digitales, y algunas pueden desplegar la información en distintos sistemas de unidades.

La sensibilidad de la balanza analítica debe ser de 0,01 mg o 0,00001 g, la cámara de pesado debe estar diseñado para que pueda ser introducido el frasco.

2.4.2 ESTUFA

Se usa para eliminar humedad de las muestras, calentar a altas temperaturas (hasta 300°C) es hermética, trabaja con 110V, su capacidad se mide en pies cúbicos.

2.5 METODOS

En la presente parte del texto se describe el método utilizado en el transcurso de la investigación, independientemente de los resultados positivos y/o negativos que se hayan obtenido.

2.5.1 GENERALIDADES

Para la evaluación de la calidad de aire de la Ciudad de Riobamba se tomo como parámetro principal el Material Particulado Sedimentable centrandó nuestra investigación en esto puesto que es un principal contaminante que emanan las diferentes fuentes mediante ceniza, polvos, etc. Por lo que afectan a la salud de las personas y de todos los seres que habitan en este planeta en especial a los alrededores de las fuentes contaminantes de la Ciudad de Riobamba.

El método utilizado para la evaluación de Material Particulado Sedimentable fue muy exitoso por que existió una prueba de error mínimo, es decir se realizo un sin número de ensayos o mediciones en distintas condiciones para obtener la mayor cantidad de resultados los cuales nos ayuden a tomar conclusiones adecuadas y determinar si se encuentran dentro o fuera de los límites máximos permisibles que establece la norma, teniendo en cuenta que

nuestro punto de partida se centro en ensayos documentados que se obtuvieron de la investigación bibliográfica previa a la realización de esta investigación.

2.5.2 MUESTREO

Para obtener muestras representativas de la cantidad de Material Particulado Sedimentable, se realizo un muestreo en el cual a la Ciudad de Riobamba se la dividió en 5 puntos o zonas esto coincide con la cantidad de parroquias que conforman la Ciudad de Riobamba.

Además llevando las recomendaciones que brinda la Organización Mundial de la Salud (OMS) con respecto a la cantidad de puntos de muestreo de acuerdo a la cantidad de personas que habitan en un sitio o lugar, a continuación se detalla las recomendaciones según la (OMS) para el número de puntos de monitoreo de acuerdo a un # X de pobladores en una ciudad.

2.5.2.1 RECOMENDACIONES DE LA ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD DEL NUMERO MINIMO DE PUNTOS DE MUESTREO

TABLA IV

RECOMENDACIONES DE LA OMS DE LA CANTIDAD MINIMA DE PUNTOS DE MUESTREO

PARAMETROS DE MONITOREO						
Población Urbana (Millones)	PM ₁₀	SO ₂	NO _x	Oxidantes	CO	Meteorológicos
Menor de 1	2	4	1	1	1	1
1 – 4	5	5	2	2	2	2
4 – 8	8	8	4	3	4	2
Mayor de 8	10	10	5	4	5	3

Los valores aquí señalados pueden ser modificados si se consideran los siguientes aspectos:

- En ciudades con alta densidad industrial deben instalarse más estaciones de medición de partículas y dióxido de azufre.
- En zonas en donde se utilizan combustibles pesados se deben incrementar el número de estaciones de dióxido de azufre.
- En zonas de tráfico intenso se debe duplicar las estaciones de monóxido de carbono y óxidos de nitrógeno.
- En ciudades con poblaciones mayores a los 4 millones de habitantes, con tráfico ligero se pueden reducir las estaciones de monóxido de carbono y óxidos de nitrógeno.

En regiones con terreno accidentado, puede ser necesario incrementar el número de estaciones. También existen criterios que recomiendan un número de estaciones basándose no solo en la cantidad de población de una zona, si no en la concentración del contaminante que se va a medir. En este contexto, se recomienda un mayor número de estaciones en aquellas zonas que presentan mayor densidad de población con altas concentraciones de contaminantes, que excedan los valores límites.

Además de las evidencias encontradas del monitoreo de Material Particulado Sedimentable en diferentes Ciudades como es el caso de La Paz – Bolivia, los puntos aquí seleccionados

son tres puntos para una población de 800.000 habitantes, y en Quito – Ecuador, cuenta actualmente con cinco puntos de monitoreo para una población de más de los 2.000.000 de habitantes.

2.5.2.2 DISTRIBUCION DE LOS PUNTOS DE MONITOREO

Aplicando las recomendaciones y de acuerdo al estudio que realizamos, estuvimos en la necesidad de contar con cinco puntos de monitoreo los cuales fueron escogidos estratégicamente por: como la Ciudad de Riobamba se encuentra dividida en cinco zonas como son:

Zona 1.- Parroquia Maldonado

Zona 2.- Parroquia Veloz

Zona 3.- Parroquia Lizarzaburo

Zona 4.- Parroquia Velasco

Zona 5.- Parroquia Yaruquies

En cada una de estas cuatro zonas se tomo un lugar donde el equipo tenía el resguardo y las facilidades que se necesitaban para la instalación y el monitoreo del mismo.

En la zona 5 – Parroquia Yaruquies, en esta zona no se realizo el monitoreo por razones de seguridad y transporte del equipo, y por lo que no existe un tráfico vehicular excesivo, o

una densidad poblacional exagerada. En vez de esta zona lo realizamos el monitoreo en la zona de la Empresa del Agua Potable de Riobamba (EMAPAR).

2.5.2.3 NUMERO DE MEDICIONES DE MATERIAL PARTICULADO SEDIMENTABLE

En cada uno de los cinco puntos se llegaron a realizar 1 medición del parámetro, llegando a obtener 5 medidas de Material Particulado Sedimentable, obteniendo al final del mes cinco mediciones, esto lo realizamos durante un periodo de cinco meses sumando al final un total de veinte y cinco mediciones, tiempo suficiente para obtener resultados confiables y representativos, los mismos que nos llevaran a determinar la cantidad de Material Particulado Sedimentable existente en la Ciudad de Riobamba.

2.5.3 NORMAS DE CALIDAD DE AIRE UTILIZADAS

La única norma legal utilizada en el presente estudio es:

- **TEXTO UNIFICADO DE LEGISLACION AMBIENTAL SECUNDARIA**

(Decreto Ejecutivo N° 3609, registro oficial N° EE-1, 20-Marzo-2003) Libro VI, Anexo 4:
Norma de Calidad de Aire Ambiente.

La presente norma es dictada bajo el amparo de la ley de Gestión Ambiental y del Reglamento a la ley de Gestión Ambiental para la Prevención y Control de la

Contaminación Ambiental y se somete a las disposiciones de estos, es de aplicación obligatoria y rige en todo el territorio nacional.

La presente norma técnica determina o establece:

- Los objetivos de Calidad de Aire Ambiente.
- Los métodos y procedimientos a la determinación de los contaminantes en el aire ambiente.
- La sección 4.1.2.1 de Calidad de Aire Ambiente, establecido en el Libro VI, Anexo 4, define los niveles de concentración máxima permitida para los contaminantes del Aire Ambiente entre ellos el Material Particulado Sedimentable

TABLA V

Límites Máximos Permisibles.

CONTAMINANTE	ESTANDAR NACIONAL	CONCENTRACION
Material Particulado Sedimentable	Estándar Primario	(1mg/cm ² * 30 d)

Fuente: Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria (TULAS) del Libro VI del Anexo 4, de Calidad de Aire Ambiente.

2.5.4 METODO DE MEDICION ESTABLECIDO EN LA NORMA VIGENTE DE CALIDAD DE AIRE AMBIENTE

Art. 4.1.4 De los métodos de medición de los contaminantes comunes del aire ambiente.

Art. 4.1.4.1 La responsabilidad de la determinación de las concentraciones de contaminantes comunes, a nivel del suelo, en el aire ambiente recaerá en la Entidad

Ambiental de Control. Los equipos, métodos y procedimientos a utilizarse en la determinación de la concentración de contaminantes, serán aquellos descritos en la Legislación Ambiental Federal de los Estados Unidos de América (Code of Federal Regulations) y cuya descripción general se presenta a continuación.

2.5.4.1 CONTAMINANTE

- **MATERIAL PARTICULADO SEDIMENTABLE**

Nombre: Método Gravimétrico, mediante Captación de Partículas en Envases Abiertos.

Referencia: Method 502. Methods of Air Sampling and Analysis, 3rd. Edition, Intersociety Committee, Lewis Publishers, Inc. 1988.

Descripción: Se utilizará un envase, de 15 centímetros de diámetro o mayor, y con altura dos o tres veces el diámetro. La altura del envase, sobre el nivel de suelo, será de al menos 1,2 metros.

Las partículas colectadas serán clasificadas en solubles e insolubles. Las partículas insolubles se determinarán mediante diferencia de peso ganado por un filtro de 47 mm, y que retenga aquellas partículas contenidas en el líquido de lavado del contenido del envase. En cambio, las partículas solubles se determinarán mediante la diferencia de peso ganado por un crisol, en el cual se evaporará el líquido de lavado del envase. La concentración total de partículas sedimentables será la suma de partículas solubles e insolubles, normalizadas con respecto al área total de captación del envase.

CAPITULO III

3 PARTE EXPERIMENTAL

3.1 METODOLOGIA

3.1.1 EVALUACION DE MATERIAL PARTICULADO SEDIMENTABLE

Para la medición de Material Particulado Sedimentable, en la Ciudad de Riobamba afectado por las diferentes fuentes contaminantes, se utilizo el método referencial indicado en el Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria en su Libro VI, Anexo 4, de Calidad de Aire Ambiente.

Con estos antecedentes el Ilustre Municipio de Riobamba que es una institución publica del Estado y consiente de la contaminación actual de la Ciudad de Riobamba, contribuyo con la prestación desinteresada del equipo necesario para este proyecto el cual es: (Envases Abiertos para la recolección de Material Particulado Sedimentable) y su respectivo laboratorio.

3.1.2 PREPARACION DEL EQUIPO

Para la preparación del equipo tomamos los siguientes pasos que son:

- Lavar bien los Envases Colectores de Captación de Material Particulado Sedimentable.
- Secar los Envases Colectores de Captación de Material Particulado Sedimentable en una estufa a 105°C.

- Pesar o tarar los Envases Colectores de Captación de Material Particulado Sedimentable en una balanza analítica.
- Colocar los Envases Colectores de Captación de Material Particulado Sedimentable en cada uno de los puntos establecidos estratégicamente de la Ciudad de Riobamba.

3.2 PROCEDIMIENTO DE MEDICION DE MATERIAL PARTICULADO SEDIMENTABLE EN LA ATMOSFERA

- Los envases colectores que son los medidores del Material Particulado Sedimentable será manejado conforme a la dirección específica proporcionada por la norma vigente ecuatoriana.
- Inspeccionar cada Envase Colector del Material Particulado Sedimentable que puede tener, agujeros, partículas, y otras imperfecciones. Establezca una información de cada Envase Colector asignando y registrando un número de identificación a cada Envase Colector.
- Equilibre cada Envase Colector en Condiciones Ambientales.
- Después del equilibrio pese cada envase colector y registre el peso del pre-muestreo con el número de identificación del Envase Colector.
- Colocar los Envases Colectores de Material Particulado Sedimentable en los diferentes puntos de muestreo con el número de identificación de cada uno.
- Muestree durante un mes o 30 días +/- 2 días.

- Retirar con cuidado los Envases Colectores con las muestras de cada punto de muestreo establecido.
- Colocar los Envases Colectores con las muestras en un contenedor específico.
- Transportar con cuidado los Envases Colectores que contienen las muestras.
- Secar los Envases Colectores que contienen las muestras, en una estufa a una temperatura de 600°C para evaporar agua o impurezas que contengan las muestras.
- Inmediatamente después pese de nuevo el Envase Colector con la muestra y registre el peso de pos-muestreo con el número de identificación del Envase Colector.

3.2.1 CALCULOS

La concentración de partículas sedimentables C_{ps} se obtiene con la siguiente fórmula:

$$C_{ps} = \frac{(R_{st} + R_{it}) * F}{d}$$

Donde:

C_{ps} : Concentración de partículas sedimentables, en $mg/cm^2 \times 30d$.

Rit: Residuo insoluble total (mg).

Rst: Residuo soluble total (mg).

d: Numero de días de muestreo.

F: Factor del depósito colector.

3.2.2 DISEÑO EXPERIMENTAL

3.2.3 CARACTERÍSTICAS DEL DISEÑO EXPERIMENTAL

❖ Tipo de Investigación

- Por el nivel de profundidad de tipo Descriptivo e Inferencial
- Por tipo de datos analizados es de tipo cuantitativo
- Por las condiciones de estudio es de campo y de laboratorio
- Por la utilización del conocimiento es de tipo aplicativo
- Por las medidas a realizar experimental

Dadas las características del estudio se usará el diseño experimental de bloques completos.

❖ Metodología

Es un diseño de doble criterio el cual se clasifica en Diseño de Bloques Completos el mismo que fue aplicado en este proyecto, estos se usan cuando existe un factor exógeno que va afectar a otro que sería en este caso el endógeno, esto minimiza lo exógeno sobre los tratamientos, minimiza la variabilidad que existe dentro o entre los bloques y maximiza la variabilidad para cada uno de los bloques.

❖ Variables de Control

- Resultados de Material Particulado Sedimentable
- Mes en el cual se Monitoreo

3.2.4 PLAN DE TABULACION

❖ Parámetros de Estudio

- Material Particulado Sedimentable

3.2.5 TRATAMIENTOS

- Diseño de Bloques Completos para Material Particulado Sedimentable

En las cinco estaciones se tomaron o se registraron los pesos finalizados durante un mes ó 30 días (+/- 2 días) de Material Particulado Sedimentable.

TABLA VI

Diseño de Bloques completos para Material Particulado Sedimentable

Concentración del Contaminante	Tratamientos					
	P ₁	P ₂	P ₃	P ₄	P ₅	
Días	30 d	30 d	30 d	30 d	30 d	Y _i .
Bloques						
Mes 1						
Mes 2						
Mes 3						
Mes n						
Y.j						Y..

CAPITULO IV

4 RESULTADOS Y DISCUSION

4.1 DESARROLLO EXPERIMENTAL

La evaluación del Material Particulado Sedimentable fue realizado en los cinco diferentes puntos, ubicados estratégicamente dentro de la Ciudad de Riobamba.

La medida gravimétrica o peso de los Envases Colectores tanto al inicio como al final de cada medición se llevo a cabo en el área de pesaje del Laboratorio de Ambiental del Ilustre Municipio de Riobamba.

4.2 LEVANTAMIENTO DE LA LINEA BASE

El ambiente atmosférico describe aquellos componentes del ambiente relacionados con la meteorología, el movimiento del aire, y los contaminantes transportados por el aire y la lluvia, en este caso el Material Particulado Sedimentable provenientes de las diferentes fuentes de contaminación. La sección de la Línea Base resume el estado del ambiente atmosférico durante el tiempo de monitoreo ya que afecta el Material Particulado Sedimentable.

4.2.1 TERRENO Y TOPOGRAFIA

La Ciudad de Riobamba se caracteriza por estar rodeada de montañas, nevados, y por lo general es una topografía accidentada, además se encuentra a los pies del Volcán inactivo Chimborazo, el cual rodea los 6310 metros sobre el nivel del mar. Los puntos de muestreo

se los ubico en la zona urbana de la Ciudad de Riobamba la cual tiene una elevación de 2754 msnm.

4.2.2 METEOROLOGIA LOCAL

Mientras que el clima de una región caracteriza los promedios de largo plazo de los parámetros como temperatura, precipitación, la meteorología describe la variabilidad del viento, temperatura y precipitación. Los parámetros meteorológicos locales son importantes para determinar los patrones y las condiciones de dispersión local.

4.2.3 ESTACIONES METEOROLOGICAS

Una estación meteorológica es una instalación destinada a medir y registrar regularmente diversas variables meteorológicas.

La meteorología local, influye fuertemente en el transporte y la dispersión del Material Particulado Sedimentable atmosférico.

4.2.4 VELOCIDAD Y DIRECCION DEL VIENTO

Velocidad del viento: es la distancia recorrida por una masa de aire en una unidad de tiempo (min, seg, h, etc.) El resultado se expresa en km/h, en m/s, que es la más utilizada. Se mide con el anemómetro y se registra con el anemógrafo.

Dirección del viento: nos indica de donde viene el viento. Es decir, si nos indica el Norte es que el viento va hacia el Sur. Se expresa con diferentes magnitudes según el país. Se mide con la veleta.

A continuación en la tabla VII se expresa los datos obtenidos de la dirección y velocidad del viento en la Ciudad de Riobamba donde se realizó este proyecto.

TABLA VII
DATOS DE VELOCIDAD Y DIRECCION DEL VIENTO

MES	Dirección del viento	Velocidad del viento
Oct. - 2008	NE	1,9 m/s
Nov. - 2008	NE	1,4 m/s
Dic. - 2008	NE	1,5 m/s
Ene. - 2009	NE	1,6 m/s
Feb. - 2009	NE	1,9 m/s

Fuente: Estación Meteorológica de la ESPOCH

4.2.5 TEMPERATURA

Es una magnitud variable que depende de la velocidad de las moléculas del aire. Estas moléculas son el oxígeno y el nitrógeno. Esta magnitud nos permite expresar el grado de calentamiento o enfriamiento de los cuerpos. El resultado se expresa con los grados centígrados o Celsius. Se mide con un instrumento llamado termómetro. El termómetro registrador es el termógrafo.

A continuación en la tabla VIII se expresa los datos obtenidos de temperatura de la Ciudad de Riobamba donde se realizó este proyecto.

TABLA VIII
DATOS DE TEMPERATURA

MES	TEMPERATURA °C		
	Promedio	Máxima	Mínima
Oct. - 2008	14,2	20,3	8,9
Nov. - 2008	14,8	20,7	8,9
Dic. - 2008	14,2	20,5	8,6
Ene. - 2009	14,0	19,3	9,8
Feb. - 2009	13,8	18,2	8,5

Fuente: Estación Meteorológica de la ESPOCH

4.2.6 PRECIPITACION

Es el volumen de agua que ha caído en una unidad de superficie, es decir la cantidad de lluvia que recibe un lugar en un período determinado de tiempo. Se mide con el pluviómetro y se registra con el pluviógrafo.

A continuación en la tabla IX se expresa los datos obtenidos de precipitación de la Ciudad de Riobamba donde se realizo este proyecto.

TABLA IX
DATOS DE PRECIPITACION

MES	Precipitación (mm)
Oct. - 2008	2,50
Nov. - 2008	3,52
Dic. - 2008	2,84
Ene. - 2009	1,98
Feb. - 2009	1,79

Fuente: Estación Meteorológica de la ESPOCH

4.2.7 HUMEDAD ATMOSFERICA

Es la relación entre la masa de vapor de agua que tiene una determinada masa de aire y la que tendría si estuviese saturada en la misma temperatura. Esta relación se expresa en porcentaje.

A continuación en la tabla X se expresa los datos obtenidos de Humedad de la Ciudad de Riobamba donde se realizo este proyecto.

TABLA X

DATOS DE HUMEDAD ATMOSFERICA

MES	HUMEDAD ATMOSFERICA (%)		
	Promedio	Máxima	Mínima
Oct. - 2008	73,3	92,2	56,2
Nov. - 2008	68,4	86,0	51,8
Dic. - 2008	72,2	91,0	53,0
Ene. - 2009	76,3	110	59,3
Feb. - 2009	71,1	87,3	54,4

Fuente: Estación Meteorológica de la ESPOCH

4.2.8 PRESION ATMOSFERICA

Es la fuerza que ejerce el peso del aire sobre cada unidad de superficie terrestre. La presión atmosférica ejerce sobre cada cuerpo, sobre cada partícula, sobre cada objeto, sobre cada superficie, una presión que depende del peso el aire que hay encima.

La presión atmosférica es aquella que influye mucho a la hora de calcular el valor del Material Particulado Sedimentable, por eso es de vital importancia conocer la presión atmosférica exacta de la Ciudad en la que se llevara a cabo la medición de Material Particulado Sedimentable. Para el desarrollo de este proyecto se utilizo la presión atmosférica de 556 mm Hg cabe recalcar que esta presión la tomamos de la Estación Meteorológica de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

4.2.9 LINEA BASE DEL MATERIAL PARTICULADO SEDIMENTABLE EN LA ATMOSFERA

Se realizo midiendo en el punto # 1 (La Cerámica), se escogió este punto por el fácil acceso del equipo y la seguridad que el mismo necesita, las mediciones se las realizo en 2 días diferentes en los cuales no existieron actividades por parte de diferentes fuentes contaminantes, y además se tomo en consideración los pronósticos emitidos por los diferentes medios de comunicación y las condiciones climáticas pronosticadas obteniendo el siguiente resultado.

TABLA XI

LINEA BASE

Punto de Muestreo	Material Particulado Sedimentable
P ₁ - La Cerámica	3.34 mg/cm ² x 30 d

4.3 EVALUACION DE MATERIAL PARTICULADO SEDIMENTABLE EN LOS PUNTOS DE MUESTREO

En el estudio se llegó a evaluar o determinar el valor del siguiente parámetro medido en la Calidad del Aire de la Ciudad de Riobamba.

TABLA XII

RESULTADOS DEL MUESTREO DE MATERIAL PARTICULADO SEDIMENTABLE (Octubre 2008)

Punto de Monitoreo	Código N°	Fecha	PM>10 (mg/cm ² x 30 d)
P ₁ - La Cerámica	1 - PM>10 micras	16 Octubre - 2008	3.34
P ₂ - Parque Industrial	2 - PM>10 micras	16 Octubre - 2008	3.13
P ₃ - El Cementerio	3 - PM>10 micras	16 Octubre - 2008	2.37
P ₄ - El Centro	4 - PM>10 micras	16 Octubre - 2008	0.31
P ₅ - Emapar	5 - PM>10 micras	16 Octubre - 2008	0.19

Grafico # 1.- Resultados del Muestreo del Material Particulado Sedimentable (Octubre 2008)

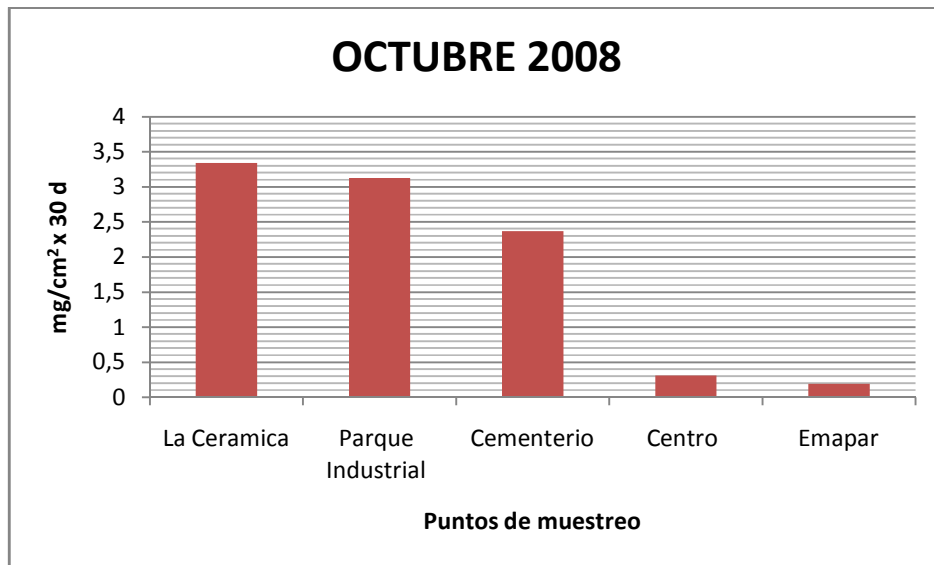


TABLA XIII

RESULTADOS DEL MUESTREO DEL MATERIAL PARTICULADO SEDIMENTABLE (Noviembre 2008)

Punto de Monitoreo	Código N°	Fecha	PM>10 (mg/cm ² x 30 d)
P ₁ - La Cerámica	1 - PM>10 micras	16 Noviembre - 2008	3.00
P ₂ - Parque Industrial	2 - PM>10 micras	16 Noviembre - 2008	2.80
P ₃ - El Cementerio	3 - PM>10 micras	16 Noviembre - 2008	2.07
P ₄ - El Centro	4 - PM>10 micras	16 Noviembre - 2008	0.58
P ₅ - Emapar	5 - PM>10 micras	16 Noviembre - 2008	0.32

Gráfico # 2.- Resultados del Muestreo del Material Particulado Sedimentable
(Noviembre 2008)

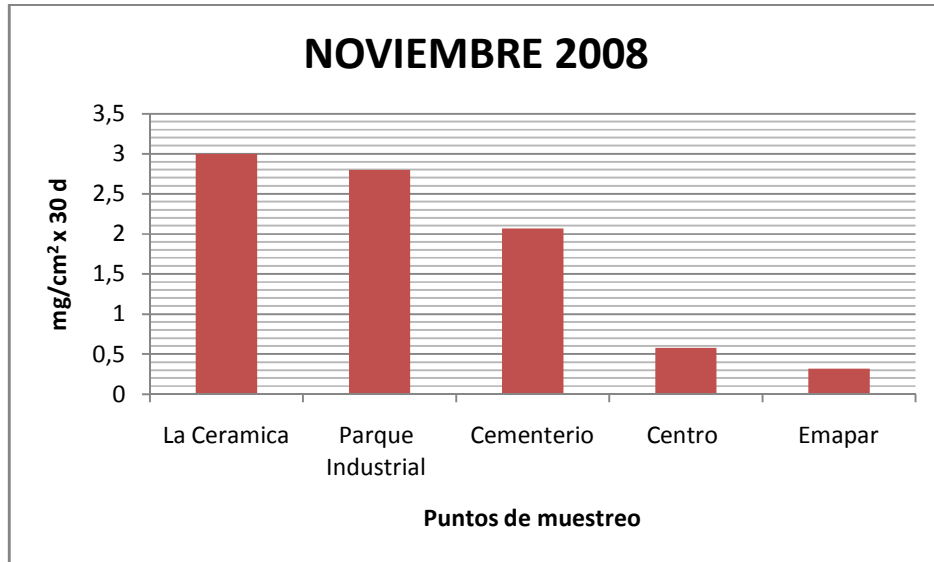


TABLA XIV

RESULTADOS DEL MUESTREO DEL MATERIAL PARTICULADO
SEDIMENTABLE (Diciembre 2008)

Punto de Monitoreo	Código N°	Fecha	PM>10 (mg/cm ² x 30 d)
P ₁ - La Cerámica	1 - PM>10 micras	16 Diciembre - 2008	2.80
P ₂ - Parque Industrial	2 - PM>10 micras	16 Diciembre - 2008	2.54
P ₃ - El Cementerio	3 - PM>10 micras	16 Diciembre - 2008	1.90
P ₄ - El Centro	4 - PM>10 micras	16 Diciembre - 2008	1.43
P ₅ - Emapar	5 - PM>10 micras	16 Diciembre - 2008	0.89

Grafico # 3.- Resultados del Muestreo del Material Particulado Sedimentable
(Diciembre 2008)

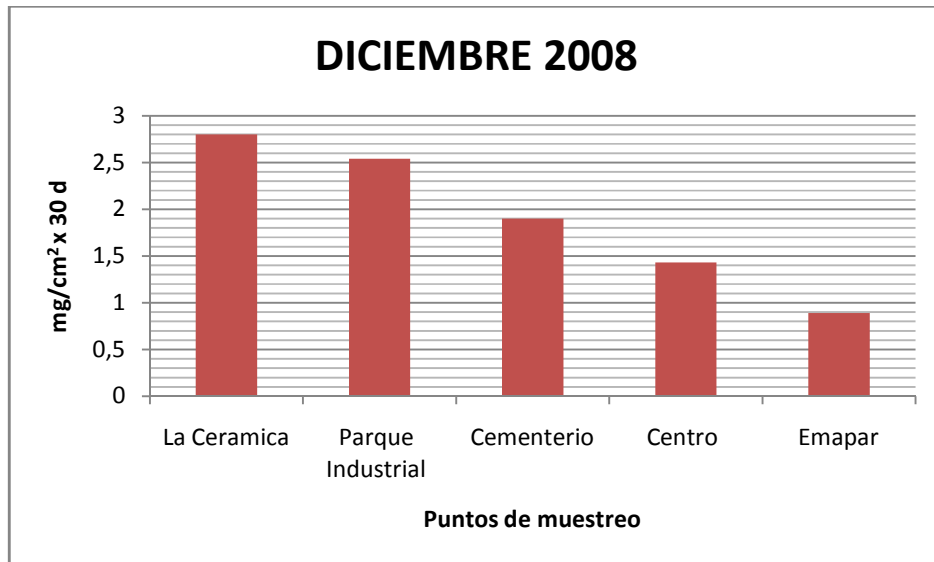


TABLA XV

**RESULTADOS DEL MUESTREO DEL MATERIAL PARTICULADO
SEDIMENTABLE (Enero 2009)**

Punto de Monitoreo	Código N°	Fecha	PM>10 (mg/cm ² x 30 d)
P ₁ - La Cerámica	1 - PM>10 micras	16 - Enero 2009	2.96
P ₂ - Parque Industrial	2 - PM>10 micras	16 - Enero 2009	2.70
P ₃ - El Cementerio	3 - PM>10 micras	16 - Enero 2009	2.11
P ₄ - El Centro	4 - PM>10 micras	16 - Enero 2009	0.74
P ₅ - Emapar	5 - PM>10 micras	16 - Enero 2009	0.29

Grafico # 4.- Resultados del Muestreo del Material Particulado Sedimentable
(Enero 2009)

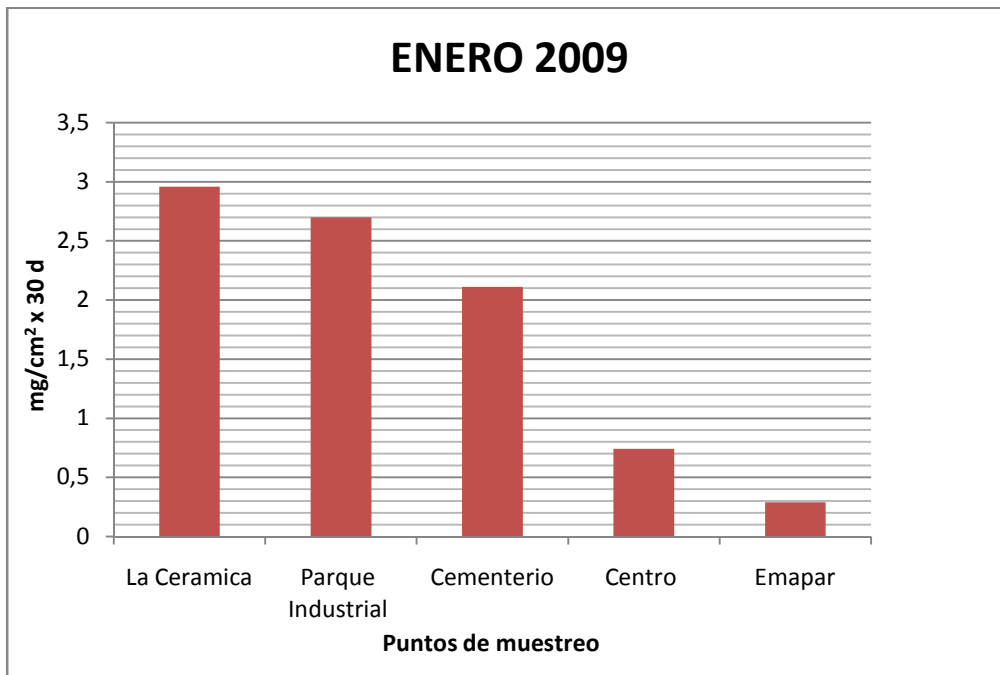


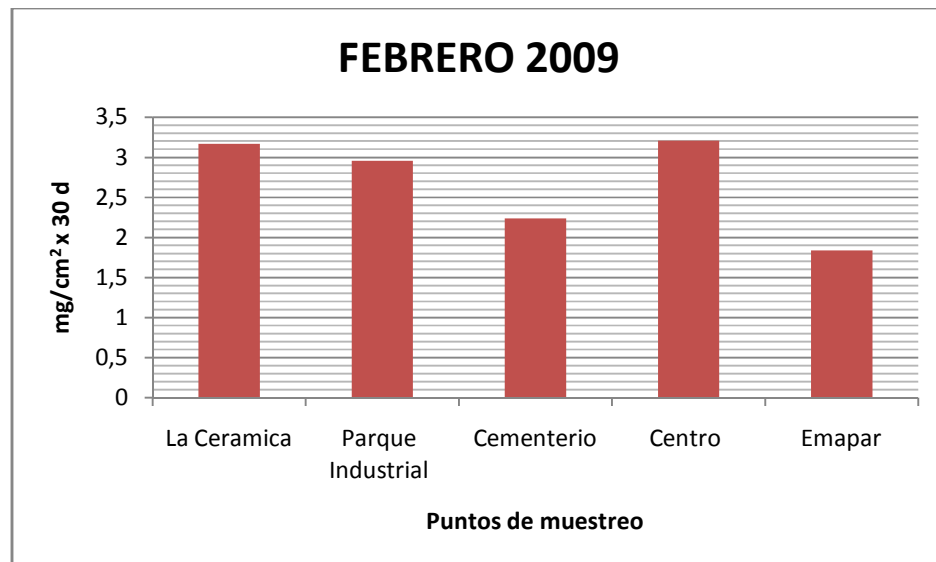
TABLA XVI

**RESULTADOS DEL MUESTREO DEL MATERIAL PARTICULADO
SEDIMENTABLE**

(Febrero 2009)

Punto de Monitoreo	Código N°	Fecha	PM>10 (mg/cm ² x 30 d)
P ₁ - La Cerámica	1 - PM>10 micras	16 Febrero - 2009	3.17
P ₂ - Parque Industrial	2 - PM>10 micras	16 Febrero - 2009	2.96
P ₃ - El Cementerio	3 - PM>10 micras	16 Febrero - 2009	2.24
P ₄ - El Centro	4 - PM>10 micras	16 Febrero - 2009	3.21
P ₅ - Emapar	5 - PM>10 micras	16 Febrero - 2009	1.84

Grafico # 5.- Resultados del Muestreo del Material Particulado Sedimentable (Febrero 2009)



Los datos aquí expresados fueron medidos en un tiempo de 30 días +/- 2 días como lo expresa la norma vigente: Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria (TULAS); Libro VI, Anexo 4 de Calidad de Aire Ambiente.

4.4 COMPARACION DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS EN LOS DIFERENTES PUNTOS DE MUESTREO CON EL LIMITE MAXIMO PERMISIBLE EXPRESADO EN LA NORMA VIGENTE (TULAS).

Los datos obtenidos en el muestreo de la Calidad de Aire en la Ciudad de Riobamba se los pone a comparación con la norma vigente de la Calidad del Aire del Libro VI, Anexo 4, del Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria.

4.4.1 COMPARACION DEL MATERIAL PARTICULADO SEDIMENTABLE

TABLA XVII

Resultados de Material Particulado Sedimentable Vs Límite Máximo Permisible

(Octubre 2008)

Punto de Monitoreo	Código N°	PM>10(mg/cm ² x30d)	Norma Limite Máximo Permisible (1mg/cm ² x 30d)	Excede el Limite
P ₁ – La Cerámica	1 - PM>10 micras	3.34	1	SI
P ₂ – Parque Industrial	2 - PM>10 micras	3.13	1	SI
P ₃ - El Cementerio	3 - PM>10 micras	2.37	1	SI
P ₄ - El Centro	4 - PM>10 micras	0.31	1	NO
P ₅ - Emapar	5 - PM>10 micras	0.19	1	NO

Grafico # 6.- Resultados del Material Particulado Sedimentable Vs Limite Máximo Permisible (Octubre 2008)

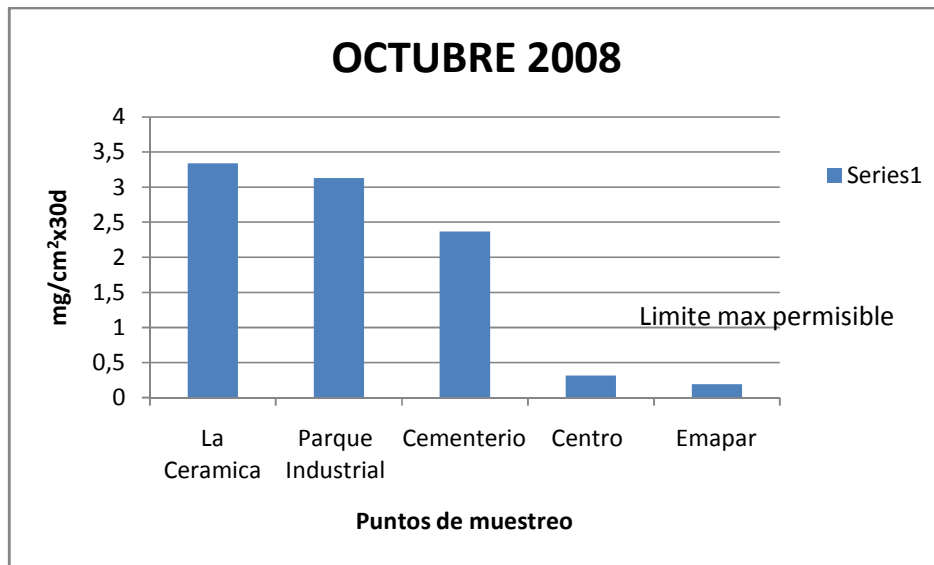


TABLA XVIII

Resultados de Material Particulado Sedimentable Vs Límite Máximo Permisible

(Noviembre 2008)

Punto de Monitoreo	Código N°	PM>10(mg/cm ² x30d)	Norma Limite Máximo Permisible (1mg/cm ² x 30d)	Excede el Limite
P ₁ – La Cerámica	1 - PM>10 micras	3.00	1	SI
P ₂ – Parque Industrial	2 - PM>10 micras	2.80	1	SI
P ₃ - El Cementerio	3 - PM>10 micras	2.07	1	SI
P ₄ - El Centro	4 - PM>10 micras	0.58	1	NO
P ₅ - Emapar	5 - PM>10 micras	0.32	1	NO

Grafico # 7.- Resultados del Muestreo del Material Particulado Sedimentable Vs Limite Máximo Permisible (Noviembre 2008)

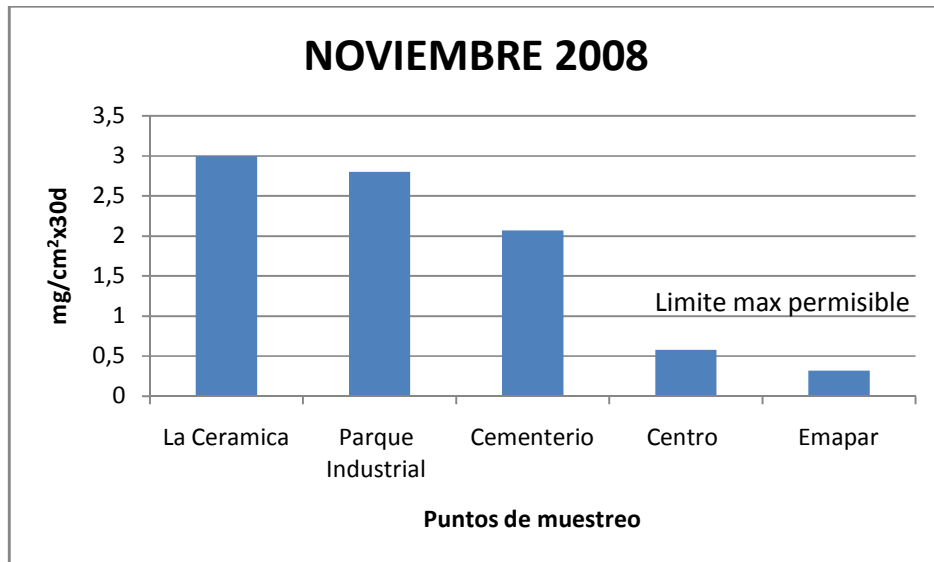


TABLA XIX

**Resultados de Material Particulado Sedimentable Vs Límite Máximo Permisible
(Diciembre 2008)**

Punto de Monitoreo	Código N°	PM>10(mg/cm ² x30d)	Norma Limite Máximo Permisible (1mg/cm ² x 30d)	Excede el Limite
P ₁ – La Cerámica	1 - PM>10 micras	2.80	1	SI
P ₂ – Parque Industrial	2 - PM>10 micras	2.54	1	SI
P ₃ - El Cementerio	3 - PM>10 micras	1.90	1	SI
P ₄ - El Centro	4 - PM>10 micras	1.43	1	SI
P ₅ - Emapar	5 - PM>10 micras	0.89	1	NO

Grafico # 8.- Resultados del Muestreo del Material Particulado Sedimentable Vs Limite Máximo Permisible (Diciembre 2008)

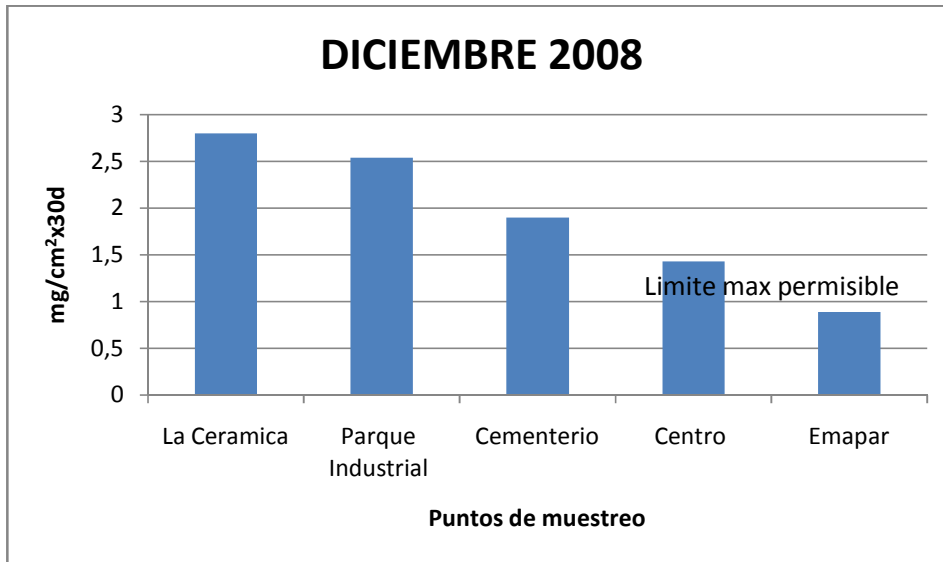


TABLA XX

Resultados de Material Particulado Sedimentable Vs Límite Máximo Permisible

(Enero 2009)

Punto de Monitoreo	Código N°	PM>10(mg/cm ² x30d)	Norma Limite Máximo Permisible (1mg/cm ² x 30d)	Excede el Limite
P ₁ – La Cerámica	1 - PM>10 micras	2.96	1	SI
P ₂ – Parque Industrial	2 - PM>10 micras	2.70	1	SI
P ₃ - El Cementerio	3 - PM>10 micras	2.11	1	SI
P ₄ - El Centro	4 - PM>10 micras	0.74	1	NO
P ₅ - Emapar	5 - PM>10 micras	0.29	1	NO

Grafico # 9.- Resultados del Muestreo del Material Particulado Sedimentable Vs Limite Máximo Permisible (Enero 2009)

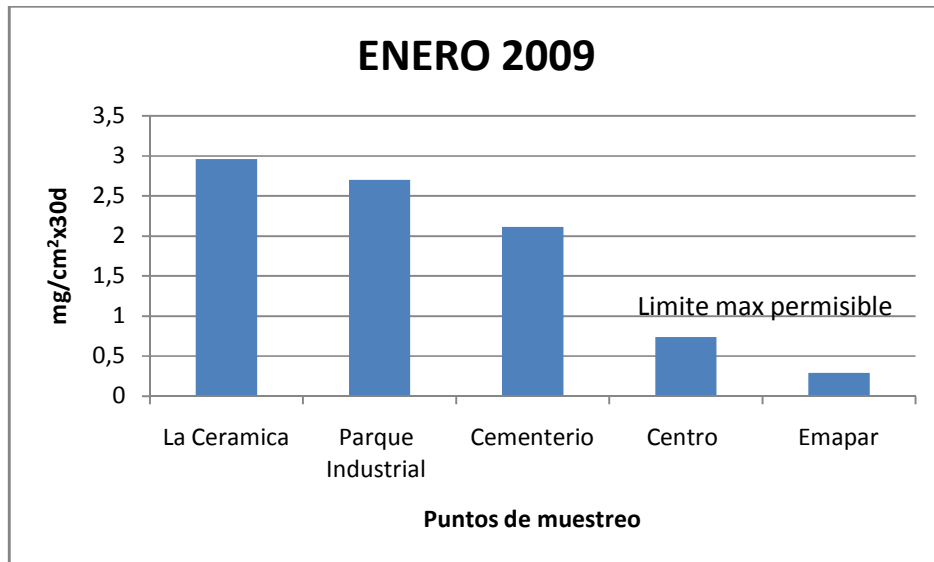
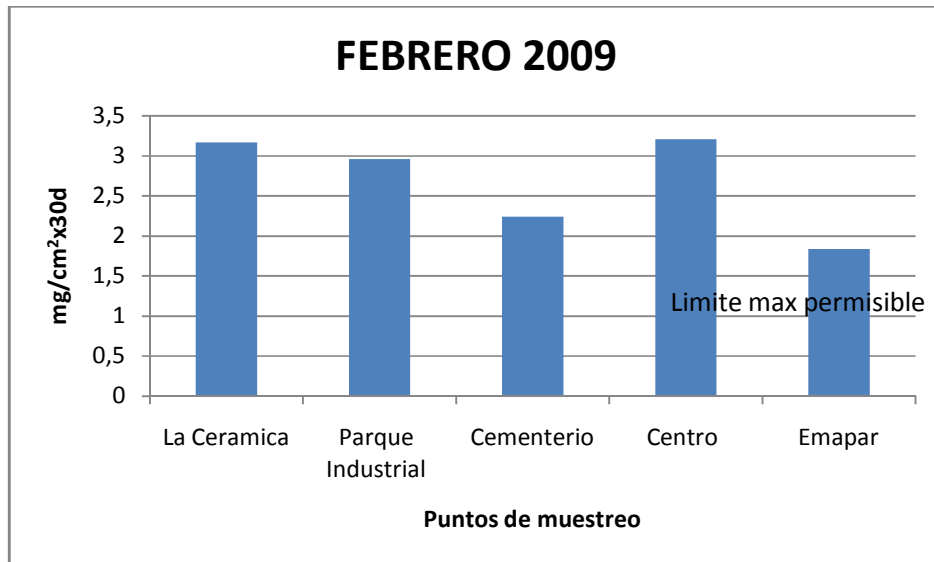


TABLA XXI

Resultados de Material Particulado Sedimentable Vs Límite Máximo Permisible (Febrero 2009)

Punto de Monitoreo	Código N°	PM>10(mg/cm ² x30d)	Norma Limite Máximo Permisible (1mg/cm ² x 30d)	Excede el Limite
P ₁ – La Cerámica	1 - PM>10 micras	3.17	1	SI
P ₂ – Parque Industrial	2 - PM>10 micras	2.96	1	SI
P ₃ - El Cementerio	3 - PM>10 micras	2.24	1	SI
P ₄ - El Centro	4 - PM>10 micras	3.21	1	SI
P ₅ - Emapar	5 - PM>10 micras	1.84	1	SI

Grafico # 10.- Resultados del Muestreo del Material Particulado Sedimentable Vs Limite Máximo Permisible (Febrero 2009)



De acuerdo a todas las mediciones realizadas en la Ciudad de Riobamba siguiendo el Método Referencial y utilizando el equipo necesario de acuerdo a lo que estipula la Norma Vigente de Calidad de Aire Ambiente se obtuvieron los resultados más confiables los cuales en comparación con la Norma Vigente de Calidad de Aire Ambiente, la mayoría de estos están fuera del Límite Máximo Permisible en el monitoreo de 30 días.

4.4.2 PRINCIPALES MEDIDAS DE SEGURIDAD A TOMAR POR LA CONTAMINACION DE MATERIAL PARTICULADO SEDIMENTABLE

OJOS: Produciría una conjuntivitis química, los sulfuros y gases afectarían a los ojos progresivamente.

Recomendaciones: Para proteger los ojos utilizar colirios simples, suero fisiológico ocular, evitar el contacto directo con el rostro y manos con la ceniza, polvos, aerosoles, y lo menos recomendable es frotarse los ojos.

NARIZ: Las fosas nasales también se inflaman se enrojecen, además aumentan las secreciones, afectando paulatinamente.

Recomendaciones: Se debe usar mascarillas o toallas de mano húmeda para respirar.

PIEL: La epidermis es el receptor de primer impacto, las cenizas, polvos, pueden irritar la piel produciendo dermatitis urticaria (picazón).

Recomendaciones: Hay que utilizar aceites, cremas, y vaselina. Se recomienda el baño diario, utilizar la ropa adecuada que cubra la mayor parte del cuerpo, además usar gorra, sombrero y guantes.

PULMONES: La presencia de gases y partículas en el aire dificultara la respiración, los pulmones y los bronquios se cierran. El ambiente se torna difícil para quienes tienen problemas con las vías respiratorias.

Recomendaciones: Evite fumar, personas con afecciones serias deberán ser evacuadas a lugares no contaminados llevando sus medicinas adecuadas.

4.4.3 CUATRO GRUPOS DE PERSONAS QUE DEBEN PROTEGER DE LOS ALTOS NIVELES DE CONTAMINACION DE MATERIAL PARTICULADO SEDIMENTABLE

Los Niños: Los niños menores de 12 años tienen la prioridad en cualquier plan de contingencia, especialmente los niños alérgicos y asmáticos, manténgalos informados de todo lo que podría ocurrir es mejor evacuarlos a otros lugares.

Los Ancianos: Son personas muy sensibles y necesitan de otra persona para su movilización y deben hacerlo con cuidado a fin de evitar caídas, tropezones, y resbalones.

Los Discapacitados: Las personas con algún tipo de discapacidad que utilizan para desplazarse como: sillas de ruedas, muletas, prótesis o aparatos especiales, retardo mental y enfermos psiquiátricos es mejor que evacuen hacia zonas seguras.

Mujeres Embarazadas: Deben evitar exponerse directamente a las cenizas, polvos, es mejor no salir de casa, sin lo hace utilice ropa adecuada, usar mascarilla, guantes y cubrir su cabeza, la ceniza puede afectar a la madre y al feto porque habrá menos oxigenación.

4.5 DISEÑO EXPERIMENTAL

4.5.1 DISEÑO DE BLOQUES COMPLETOS

TABLA XXII

**DISEÑO DE BLOQUES COMPLETOS PARA MATERIAL PARTICULADO
SEDIMENTABLE**

Concentración del Contaminante	Tratamientos					Yi.
	P ₁	P ₂	P ₃	P ₄	P ₅	
Días	30 d	30 d	30 d	30 d	30 d	
Bloques						
Mes 1	3.34	3.13	2.37	0.31	0.19	9.34
Mes 2	3.00	2.80	2.07	0.58	0.32	8.77
Mes 3	2.80	2.54	1.90	1.43	0.89	9.56
Mes 4	2.96	2.70	2.11	0.74	0.29	8.80
Mes 5	3.17	2.96	2.24	3.21	1.84	13.42
Y.j	15.27	14.13	10.69	6.27	3.53	Y..49.89

Formulas para el análisis de varianza

$$\mathbf{SCT} = \text{Sumatoria } (Y_{ij})^2 - Y_{..}^2 / nK$$

$$\mathbf{SCB} = 1/K \text{ Sumatoria } (Y_{i.})^2 - Y_{..}^2 / nK$$

$$\mathbf{SCTr} = 1/N \text{ Sumatoria } (Y_{.j})^2 - Y_{..}^2 / nK$$

$$\mathbf{SCE} = \mathbf{SCT} - \mathbf{SCB} - \mathbf{SCTr}$$

K: número de muestras

N: número de días

$$\mathbf{CMTr} = \mathbf{SCTr} / K - 1$$

$$\mathbf{CMB} = \mathbf{SCB} / N - 1$$

$$\mathbf{CME} = \mathbf{SCE} / (K-1) (N-1)$$

$$\mathbf{CMT} = \mathbf{SCT} / KN - 1$$

TABLA XXIII

ANÁLISIS DE VARIANZA PARA UN DISEÑO EXPERIMENTAL

FUENTE DE VARIACIÓN	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADOS MEDIOS	RAZÓN DE VARIANZA	F
Tratamientos	24	-0.083	-0.0034	0.809	xxx
Bloques	29	-0.105	-0.0036	0.857	xxx
Error	696	-2.96	-0.0042		
Total	749	-3.15	-0.0042		

Prueba de Comparación de TUCKEY

$$\text{Tuckey} = q_{\alpha, r, m, GLE, \sqrt{CME / N}}$$

$$\text{Tuckey} = 0.90$$

~ 80 ~

Según la prueba de Tuckey todos los tratamientos en este caso los días de muestreo son iguales existen significancia pero los tratamientos menores a 0.90 son los más adecuados por su significancia.

CAPITULO V

5 PLAN DE CONTROL DEL MATERIAL PARTICULADO SEDIMENTABLE

5.1 PRESENTACION

Dentro de la amplia gama de temas que tiene relación con la problemática ambiental y que en los últimos años ha tomado fuerza en los programas de control ambiental a nivel mundial y en el Ecuador, se encuentra la contaminación por Material Particulado Sedimentable, especialmente de ciertas actividades naturales, industriales, comerciales, transporte vehicular, etc. En las cuales mediante el presente trabajo se ha determinado que constituyen una fuente importante de Contaminación que se maneja sin ningún control y superando las normas nacionales vigentes de permisibilidad de Contaminación de Material Particulado Sedimentable.

Expertos están convencidos de que la contaminación por Material Particulado Sedimentable no disminuirá si no se aborda el problema desde la planificación urbanística y desde la necesidad de incidir en el aspecto educacional, por lo cual la actual política se centra en la necesidad de contar con información de contaminación por Material Particulado Sedimentable y desarrollar educación ambiental a todo nivel.

Los instrumentos desarrollados para la aplicación de estos métodos incluyen: normas de emisión para las diferentes fuentes contaminantes del aire, generalmente en la legislación, normas de emisión basada en criterios de Calidad de Aire Ambiente. De igual manera en otros países del Mundo como son: México, Argentina, Chile, han venido aplicando una

serie de medidas para controlar y evaluar la Contaminación del Aire por Material Particulado Sedimentable en diferentes aspectos, para esto cuenta con procedimientos operativos, apoyo comunitario a la investigación sobre la reducción de la contaminación del Aire por Material Particulado Sedimentable y finalmente información y educación a la comunidad, aspectos que se pueden tomar como base para poder planes similares en nuestras localidades, implementándolos a través de educación, planificación y especialmente en forma normativa de cumplimiento obligatorio.

5.2 OBJETOS

- Es ejercer el control sobre las posibles fuentes contaminantes, producto de las diversas actividades desarrolladas en la Ciudad de Riobamba y sus alrededores.
- Realizar programas de monitoreo, operativos en la vía pública
- Realizar inspecciones en respuesta a las denuncias de los habitantes que están ubicadas a los alrededores de las diferentes fuentes contaminantes.
- Ejecutar diariamente este esquema colabora con el ámbito de prevención, contribuyendo a mejorar y preservar el ambiente.
- Uso de combustibles adecuados para la calefacción doméstica e industrial.
- Usar chimeneas con tirajes o filtros en condiciones de cumplir sus funciones.
- Mantener los vehículos motorizados en buenas condiciones.
- No quemar hojas o basuras, etc.

5.3 ASPECTOS NORMATIVOS

Siguiendo aquellos aspectos ambientales considerados en nuestra constitución en los cuales se vela por la protección ambiental y un modelo de desarrollo sustentable que debe satisfacer las necesidades de la presente generación sin comprometer el derecho de las generaciones futuras a satisfacerlas de la misma manera y con los mismos recursos, el Estado debe defender el patrimonio natural y cultural del país, y proteger el medio ambiente. Así, como el derecho a vivir en un ambiente sano, ecológicamente equilibrado y libre de contaminación. Para lo cual el Estado fomentará la ciencia y la tecnología, especialmente en todos los niveles educativos, dirigidas a mejorar la productividad, la competitividad, el manejo sustentable de los recursos naturales, y a satisfacer las necesidades básicas de la población.

Con este fin el estado establece los principios y directrices de política ambiental, determina las obligaciones, responsabilidades, niveles de participación de los sectores público y privado en la gestión ambiental y señala los límites permisibles, controles y sanciones en la Ley de Gestión ambiental y sus respectivos instrumentos.

En este sentido se promulga en el texto unificado de legislación ambiental secundario en su libro VI Anexo 4, de Calidad de Aire Ambiente, las normas técnicas concernientes a la Contaminación de Material Particulado Sedimentable bajo el amparo de la Ley de Gestión Ambiental y del Reglamento a la Ley de Gestión Ambiental para la Prevención y Control de la Contaminación Ambiental y se somete a las disposiciones de éstos, es de aplicación obligatoria y rige en todo el territorio nacional, en la cual se establece:

- Los objetivos de Calidad de Aire Ambiente.
- Los métodos y procedimientos a la determinación de los contaminantes en el aire ambiente.
- Los niveles de concentración máxima permitida para los contaminantes del Aire Ambiente entre ellos el Material Particulado Sedimentable

5.4 MEDIDAS DE CONTROL

Los controles pueden dividirse básicamente en dos tipos: tecnológicos y administrativos. Los primeros corresponden a los equipos instalados en la fuente emisora para reducir los contaminantes en los gases liberados hasta un nivel que la comunidad considere aceptable y que proteja a los receptores más sensibles. Los controles administrativos se definen aquí como otras medidas de control.

5.4.1 CONTROLES TECNOLOGICOS

Los sistemas tecnológicos consisten en instalar equipos en las fuentes contaminantes, con el fin de eliminar los contaminantes antes de que éstos se liberen al medio ambiente. Esta forma parte de un complejo sistema que incluye campanas, conductos, ventiladores, depuradoras y chimeneas.

- Eliminación de residuos

Si la mayor parte de los contaminantes como Material Particulado Sedimentable son recogidos por el equipo de depuración de no resolver el problema de la contaminación atmosférica. La dispersión debe utilizarse con cuidado y teniendo en cuenta las condiciones

meteorológicas locales y superficiales del suelo. Así, por ejemplo, en los climas fríos, especialmente cuando se producen precipitaciones de nieve, se producen con frecuencia inversiones térmicas que atrapan a los contaminantes cerca del suelo y dan lugar a exposiciones especialmente altas. De forma análoga, si una fábrica está situada en un valle, los penachos pueden ascender y descender por el valle o quedar bloqueados por las montañas cercanas, sin expandirse ni dispersarse como sería deseable.

- Extracción localizada

Deben controlarse todos aquellos problemas identificados que no pueden evitarse mediante la sustitución de materiales o métodos por otros más seguros. Por lo tanto, un sistema de ventilación bien diseñado que recoja y controle las emisiones de Material Particulado Sedimentable en la fuente ayudará a proteger a la comunidad. Los sistemas de extracción localizada son preferibles porque no diluyen los contaminantes y proporcionan una corriente de gas concentrado más fácil de depurar antes de liberarlo al medio ambiente. Cuando no se recogen los contaminantes en la fuente y se permite que escapen a través de ventanas y aberturas de ventilación, se convierten en fugas incontroladas. En algunos casos, estas fugas pueden tener un impacto importante en las zonas próximas.

- Aislamiento

El emplazamiento de las fábricas lejos de receptores sensibles puede ser uno de los mejores métodos de control de Material Particulado Sedimentable cuando los sistemas tecnológicos son insuficientes. Esta puede ser la única forma de conseguir un aceptable nivel de control de Material Particulado Sedimentable debiéndose confiar en la mejor tecnología de control disponible (BACT). Si aún habiendo aplicado los mejores controles disponibles, sigue

existiendo riesgo para algún grupo de receptores, deberá considerarse otro emplazamiento alejado de poblaciones sensibles.

El aislamiento consiste, por tanto, en alejar a la fábrica de los receptores sensibles. Otro sistema de aislamiento es cuando las administraciones locales utilizan la zonificación para separar las industrias de receptores sensibles. Una vez que las industrias se han alejado de la población sensible, no debe permitirse que la población se establezca cerca de la fábrica. Aunque esta solución parece de sentido común, en muchos casos no se respeta.

- Procedimientos de trabajo

Deben desarrollarse procedimientos de trabajo para garantizar la utilización correcta y segura de los equipos, sin riesgo para los trabajadores o el medio ambiente. El mantenimiento y utilización de los complejos sistemas de control de la contaminación atmosférica por Material Particulado Sedimentable deben realizarse de forma adecuada y la formación del personal en este sentido es un factor muy importante. El personal debe aprender a utilizar y mantener los equipos para reducir o eliminar las emisiones de Material Particulado Sedimentable en el lugar de trabajo o en la comunidad.

- Vigilancia en tiempo real

Los sistemas basados en la vigilancia en tiempo real no son muy populares y, por lo tanto, su utilización es escasa. Cuando los niveles previstos de exposición de Material Particulado Sedimentable se acercan a los considerados aceptables, esta información se utiliza para reducir las tasas de producción y las emisiones. Este es un método ineficiente, pero puede utilizarse como un método de control provisional en una fábrica ya existente. Puede utilizarse también para advertir a la población de que existen unas condiciones que pueden

provocar concentraciones excesivas de contaminantes como Material Particulado Sedimentable para que ésta adopte las medidas oportunas.

Este método puede utilizarse también como control provisional hasta que se instalen los controles permanentes. En algunas ocasiones, la vigilancia atmosférica y meteorológica en tiempo real se utiliza para evitar o reducir incidentes graves de contaminación atmosférica en lugares donde existen varias fuentes emisoras.

- **Prevención**

Hay cuatro partes sensibles del cuerpo que hay que proteger por la Contaminación de Material Particulado Sedimentable que son :los ojos para proteger debemos utilizar colirios simples, suero fisiológico ocular; la nariz o fosas nasales para proteger debemos utilizar mascarillas o toallas de mano húmeda para respirar; la piel para proteger debemos utilizar aceites , cremas, vaselina, el baño diario, gorra, y guantes; los pulmones para proteger debemos evitar fumar, utilizar las medicinas adecuadas.

5.4.2 CONTROLES ADMINISTRATIVOS

En el diseño global de un sistema de control de contaminación atmosférica además de los sistemas tecnológicos, existe otro grupo de controles que, en su mayor parte, utilizan las herramientas básicas de la higiene industrial.

- **Información y educación**

Los programas de información y educación han sido siempre un instrumento importante de las políticas en materia de Contaminación Atmosférica especialmente de Material Particulado Sedimentable. Experiencia realizada en varios países han demostrado que las campañas en curso de ámbito limitado y relacionadas con los progresos en la reducción de

la Contaminación del Aire, son más eficaces que las campañas nacionales, importantes, pero ocasionales y efímeras, en nuestro caso se podría emprender campañas zonificadamente alrededor de las fuentes contaminantes y particularmente con los propietarios de las Industrias, Fabricas, Empresas, etc.

- Sustitución

Uno de los métodos preferidos de la higiene del trabajo para controlar los riesgos ambientales en el puesto de trabajo es la sustitución de un material o proceso por otro más seguro que evite emisiones nocivas y consiga un control óptimo.

Identificar y controlar las fuentes de contaminación especialmente de Material Particulado Sedimentable: Sustituir materiales de construcción con evidencia de toxicidad por otros inocuos, usar productos de limpieza no tóxicos, manejar disolventes y barnices en el exterior, no fumar etc. Si es necesario manejar productos químicos volátiles hágalo en el exterior o con una ventilación eficaz, Desafortunadamente, no siempre se pueden identificar las fuentes de contaminación ni eliminarlas con costes asumibles.

Ventilación y control climático: La renovación del aire interior por el exterior es siempre beneficiosa si este último, claro está, tiene menos carga contaminante. Por este motivo podemos elegir para ventilar las horas de menos nivel de polución de nuestra localidad. No nos debemos olvidar que el control de la humedad y temperatura es importante para la

proliferación de determinados contaminantes y en especial de Material Particulado Sedimentable, resultando útil obtener información sobre estos parámetros. La proliferación de fuentes que producen radiaciones electromagnéticas (telefonía, ordenadores, microondas, antenas cercanas etc.) podría desequilibrar el balance iónico del aire, a pesar de la no existencia de evidencia sobre su repercusión en la salud a niveles permitidos, por lo que la presencia de sistemas que restauren dicho equilibrio no estará nunca de más.

Filtrar el aire: La eliminación activa de los contaminantes del aire como de Material Particulado Sedimentable de interiores mediante un purificador de aire de alta captación puede mejorar la calidad de vida en áreas cerradas. La eficiencia de los filtros de aire puede variar enormemente, dependiendo del tipo de tecnología de filtración que se utilice y la forma como esté integrada al sistema de filtración.

- Mantenimiento y limpieza

En cualquier caso, la efectividad de los controles depende del mantenimiento y el uso correcto de los equipos, así como de los procesos que generan las emisiones.

La limpieza juega asimismo un papel importante en el control de la cantidad total de emisiones de Material Particulado Sedimentable como: los polvos que no son depurados rápidamente dentro de la fábrica pueden volver a introducirse en ella, poniendo en riesgo al personal, o dispersarse en el exterior de la fábrica, poniendo en peligro a la comunidad.

Asimismo, una limpieza insuficiente de las instalaciones de una fábrica puede ocasionar un riesgo importante para la comunidad. Los materiales que se almacenan a granel sin ningún tipo de recubrimiento, los residuos de los procesos de producción o el polvo levantado por

los vehículos pueden hacer que los contaminantes sean transportados por el viento hacia una población. El mantenimiento de unas instalaciones limpias y la utilización de unos depósitos o almacenes adecuados son medidas importantes para reducir la cantidad total de emisiones. Para proteger a la comunidad, el sistema no sólo debe estar bien diseñado, sino también ser utilizado correctamente.

CAPITULO VI

6 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 CONCLUSIONES

1. A través del Plan de Monitoreo se determinaron los diferentes puntos de muestreo en función de las actividades que se desarrollan en la Ciudad de Riobamba, los puntos de muestreo son los siguientes: La Cerámica, Parque Industrial, El Cementerio, El Centro, y Emapar.
2. En los diferentes puntos de monitoreo las concentraciones de Material Particulado Sedimentable fueron altas: La Cerámica = $3.17 \text{ mg/cm}^2 \cdot 30\text{d}$, Parque Industrial = $2.96 \text{ mg/cm}^2 \cdot 30\text{d}$, El Cementerio = $2.24 \text{ mg/cm}^2 \cdot 30\text{d}$, El Centro = $3.21 \text{ mg/cm}^2 \cdot 30\text{d}$, Emapar = $1.84 \text{ mg/cm}^2 \cdot 30\text{d}$.
3. Tomar precaucione o medidas para prevenir los efectos de los niveles altos niveles de concentración de Material Particulado Sedimentable.
4. Aplicar un Plan de Control para Material Particulado Sedimentable en la Zona Urbana de la Ciudad de Riobamba para disminuir el Impacto y controlar los efectos que puede producir este contaminante.

6.2 RECOMENDACIONES

1. Se recomienda el Monitoreo de la Calidad de Aire de la Ciudad de Riobamba continuamente ya que existen diferentes fuentes contaminantes que producen o emanan Material Particulado Sedimentable, y existen otros tipos de contaminantes que contribuyen a la Contaminación Atmosférica.
2. Se recomienda para la Medición del Material Particulado Sedimentable usar los equipos y métodos que estipulen la ley vigente ya que obtendremos resultados reales y con un alto grado de confianza.
3. Se recomienda aplicar las Medidas de Seguridad para la Salud, y que estas se deben acatar ya que el Material Particulado Sedimentable puede permanecer tiempos prolongados en el Ambiente

RESUMEN

Investigación con el propósito de evaluar la concentración de la contaminación del aire por Material Particulado Sedimentable en la Ciudad de Riobamba, que provienen de automotores vehiculares, industrias, fábricas, etc, afectando directamente a la salud de sus habitantes, se contó con la colaboración del Ilustre Municipio de esta ciudad.

Se utilizó equipo adecuado como envases colectores o de captación de plástico de 15 cm de diámetro, balanza analítica, estufa, para el monitoreo del material particulado sedimentable como lo indica la norma vigente del Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria (TULAS), ya que la evaluación se lo hace mediante análisis gravimétrico del Envase Colector o de Captación que contiene este contaminante.

Los resultados están dados en $\text{mg}/\text{cm}^2 * 30 \text{ d}$ (miligramos/centímetro cuadrado por 30 días).

Se observó la presencia de: Material Particulado Sedimentable con un valor de 3,34 $\text{mg}/\text{cm}^2 * 30 \text{ d}$ hallándose por encima de 1 $\text{mg}/\text{cm}^2 * 30 \text{ d}$ del límite máximo permisible de la norma de Calidad del Aire. En base a estos datos se elaboró el Plan de Control que consta de dos partes: Controles Tecnológicos y Controles Administrativos, que al aplicarlos permitirá la reducción y control de los niveles altos de concentración.

La Ciudad de Riobamba, al momento ya se encuentra contaminada por Material Particulado Sedimentable por lo que se recomienda la aplicación del Plan de Control aquí diseñado.

SUMMARY

This investigation dealt with evaluating the air pollution concentration by sedimentary particulate material in Riobamba city from vehicles, industries, factories, etc, affecting directly its people health, the Municipality of this city collaborated in this work.

The adequate equipment such as collecting containers or 15 cm diameter plastic collection tanks, analytical balance, stove was used for the monitoring of the sedimentary particulate material as indicated in the norm in force of the Unified Text of Secondary Environmental Legislation (TULAS), as the evaluation is carried out through the gravimetric analysis of the of the collecting container or collection tank containing this pollutant.

The results are given in $\text{mg/cm}^2 * 30 \text{ d}$ (milligrams/square centimeter for 30 days). The presence or sedimentary particulate material was observed with a value of 3, 34 $\text{mg/cm}^2 * 30 \text{ d}$ being over 1 $\text{mg/cm}^2 * 30 \text{ d}$ the maximum permissible limit of the air quality norm. Based on these data de control plan consisting of two parts: Technological Controls and Administrative Controls was elaborated: upon applying them it will be possible to reduce and control the high concentration levels.

Riobamba city at the moment is already polluted by the sedimentary particulate material this is why it is recommended to apply the Control Plan designed here.

BIBLIOGRAFÍA

GENERAL

- ALVAREZ, T. Contaminantes atmosféricos y vías respiratorias. 2a.ed.
Cuba: Hispano Americana, 1997. pp. 212-214.
- BAIR, D. Introducción a la teoría de mediciones y al diseño de experimentos.
2a.ed. México: Prentice Hall, 1991. pp. 207-211.
- BRAUN, B., RIFAI, H. Manual de calidad y medio ambiente. Santiago de
Chile: Hispano Americana, 2003. pp. 8,9,10.
- ECUADOR. MINISTERIO DE AMBIENTE. Texto Unificado de Legislación
Ambiental Secundaria. (TULAS). 2a.ed. Quito: M.A, 2003. Libro 6,
Anexo 4. pp. 407,408,409,410,411,412.
- GRAEDEL, T. Una atmosfera cambiante. 2a.ed. Chile: Prentice Hall, 2002.
pp. 52.
- LACASAÑA, N. Evolución de la contaminación del aire. México: Pearson
Education, 1999. pp. 203-205.
- ROSALES, J. Los efectos de la contaminación del aire en la salud. 2a.ed.
Madrid: Pearson Education, 2002. pp. 148-158.

INTERNET

➤ CAPAS DE LA ATMOSFERA

<http://www.tecnum.es/asignaturas/ecologia/hipertexto/03Atmhidr/>

2009-05-12

➤ CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA

[http://es.wikipedia.org/wiki/Contaminaci%C3%B3n_atmosf%C3%](http://es.wikipedia.org/wiki/Contaminaci%C3%B3n_atmosf%C3%99rica)

2009-05-15

➤ ESTRATOSFERA

<http://jmarcano.topcities.com/beginner/capas.html>

2009-05-12

➤ EXOSFERA

<http://jmarcano.topcities.com/beginner/capas.html>

2009-05-14

➤ FUENTES CONTAMINANTES ATMOSFÉRICAS

<http://www.monografias.com/trabajos12/contatm/contatm.shtml>

2009-06-10

➤ IONOSFERA

<http://jmarcano.topcities.com/beginner/capas.html>

2009-05-14

➤ MATERIAL PARTICULADO SEDIMENTABLE

<http://usuarios.lycos.es/ambiental/atmosfer.html>

2009-06-12

➤ MESOSFERA

<http://jmarcano.topcities.com/beginner/capas.html>

2009-05-14

➤ PLAN DE CONTROL DEL MATERIAL PARTICULADO
SEDIMENTABLE

http://www.buenosaires.gov.ar/areas/med_ambiente/

2009-06-16

➤ PRINCIPALES CONTAMINANTES ATMOSFERICOS

<http://es.wikipedia.org/wiki/Carbono>

2009-05-20

➤ TROPOSFERA

<http://jmarcano.topcities.com/beginner/capas.html>

2009-05-12

ANEXOS

**CALIBRACION DE LOS ENVASES COLECTORES DE MATERIAL
PARTICULADO SEDIMENTABLE**







ENVASES COLECTORES CON LAS MUESTRAS RECOLECTADAS DE CADA PUNTO DE MONITOREO





**RESULTADOS OBTENIDOS DEL MUESTREO DE MATERIAL PARTICULADO
SEDIMENTABLE**

(OCTUBRE 2008)

Punto de Monitoreo	Código N°	Fecha	PM>10 (mg/cm ² x 30 d)
P ₁ - La Cerámica	1 - PM>10 micras	16 Octubre - 2008	3.34
P ₂ - Parque Industrial	2 - PM>10 micras	16 Octubre - 2008	3.13
P ₃ - El Cementerio	3 - PM>10 micras	16 Octubre - 2008	2.37
P ₄ - El Centro	4 - PM>10 micras	16 Octubre - 2008	0.31
P ₅ - Emapar	5 - PM>10 micras	16 Octubre - 2008	0.19

(NOVIEMBRE 2008)

Punto de Monitoreo	Código N°	Fecha	PM>10 (mg/cm ² x 30 d)
P ₁ - La Cerámica	1 - PM>10 micras	16 Noviembre - 2008	3.00
P ₂ - Parque Industrial	2 - PM>10 micras	16 Noviembre - 2008	2.80
P ₃ - El Cementerio	3 - PM>10 micras	16 Noviembre - 2008	2.07
P ₄ - El Centro	4 - PM>10 micras	16 Noviembre - 2008	0.58
P ₅ - Emapar	5 - PM>10 micras	16 Noviembre - 2008	0.32

(DICIEMBRE 2008)

Punto de Monitoreo	Código N°	Fecha	PM>10 (mg/cm ² x 30 d)
P ₁ - La Cerámica	1 - PM>10 micras	16 Diciembre - 2008	2.80
P ₂ - Parque Industrial	2 - PM>10 micras	16 Diciembre - 2008	2.54
P ₃ - El Cementerio	3 - PM>10 micras	16 Diciembre - 2008	1.90
P ₄ - El Centro	4 - PM>10 micras	16 Diciembre - 2008	1.43
P ₅ - Emapar	5 - PM>10 micras	16 Diciembre - 2008	0.89

(ENERO 2009)

Punto de Monitoreo	Código N°	Fecha	PM>10 (mg/cm ² x 30 d)
P ₁ - La Cerámica	1 - PM>10 micras	16 - Enero 2009	2.96
P ₂ - Parque Industrial	2 - PM>10 micras	16 - Enero 2009	2.70
P ₃ - El Cementerio	3 - PM>10 micras	16 - Enero 2009	2.11
P ₄ - El Centro	4 - PM>10 micras	16 - Enero 2009	0.74
P ₅ - Emapar	5 - PM>10 micras	16 - Enero 2009	0.29

(FEBRERO 2009)

Punto de Monitoreo	Código N°	Fecha	PM>10 (mg/cm ² x 30 d)
P ₁ - La Cerámica	1 - PM>10 micras	16 Febrero - 2009	3.17
P ₂ - Parque Industrial	2 - PM>10 micras	16 Febrero - 2009	2.96
P ₃ - El Cementerio	3 - PM>10 micras	16 Febrero - 2009	2.24
P ₄ - El Centro	4 - PM>10 micras	16 Febrero - 2009	3.21
P ₅ - Emapar	5 - PM>10 micras	16 Febrero - 2009	1.84

