

RESUMEN

El presente proyecto se realizó con el objetivo de dar un diagnóstico de los metales pesados en las muestras del material sedimentable de las 34 estaciones de monitoreo correspondientes a la Red de Deposito del D.M.Q. para el año 2006, debido a que este material puede ser ingerido mediante los alimentos y también una fuente principal para la generación del PM10.

Las muestras fueron recogidas en filtros de microfibra de cuarzo las mismas que corresponden a las 34 estaciones: Amaguaña, Azucenas, Belisario, Calderón, Carapungo, Carcelén, Centro, Chilibulo, Chillogallo, Cochapamba, Conocoto, Cotocollao, Cumbayá, El Camal, González Suárez, Guamaní, Guayllabamba, Hierba Buena, Itchimbia, Jipijapa, Kennedy, La Ecuatoriana, La Roldós, Los Chillos, Nanegalito, Pintag, Pomasqui, San Antonio de Pichincha, San Isidro del Inca, San Juan, Santa Fe, Tumbaco, Yaruquí.

El método aplicado para la determinación de la presencia de metales pesados en las muestras de material sedimentable, fue la espectrometría de absorción atómica por horno de grafito para Cadmio, Plomo, Vanadio, y con llama para Zinc.

Las concentraciones más altas de los metales analizados a lo largo del año 2006 se presentaron en las muestras de las estaciones de Guayllabamba y Hierba Buena, en el caso de Guayllabamba se puede atribuir sus altas concentraciones a las canteras presentes en la zona, al transporte liviano y pesado, así como el suelo con alto grado de erosión. En el caso de la estación de Hierba Buena una posible fuente de sus altas concentraciones pueden ser las industrias ya que se encuentra ubicada al sur de la ciudad en la zona del parque industrial.

Las concentraciones obtenidas en esta investigación fueron comparadas con las de un estudio realizado en España, donde se observó que las concentraciones promedio de zinc (622,032ug/g), cadmio (25,419ug/g) y plomo (576,593ug/g) en España son mucho mayores respecto a las de Ecuador; Zn (0,650ug/g), Cd (1,229 ug/g), Pb (26,371ug/g); el promedio de las concentraciones de vanadio en Ecuador (35,698ug/g) son mayores a las que presenta España (28,25ug/g). Se podría atribuir como posible fuente de este metal en Ecuador a la calidad de combustibles y quema de los mismos.

ABSTRACT

The present project was realized with the aim to give a diagnostic of the heavy metals in the samples of the sediment matter of the 34 stations of monitoring corresponding to the Net of Warehouse of the D.M.Q. for the year 2006, due to the fact that this matter can be consumed by means of the food and also a principal source for the generation of PM10.

The samples were gathered in filters of microfiber of quartz the same ones that correspond the 34 stations: Amaguaña, Azucenas, Belisario, Calderón, Carapungo, Carcelén, Centro, Chilibulo, Chillogallo, Cochapamba, Conocoto, Cotocollao, Cumbayá, El Camal, González Suárez, Guamaní, Guayllabamba, Hierba Buena, Itchimbia, Jipijapa, Kennedy, La Ecuatoriana, La Roldós, Los Chillos, Nanegalito, Pintag, Pomasqui, San Antonio de Pichincha, San Isidro del Inca, San Juan, Santa Fe, Tumbaco, Yaruquí.

The method applied for the determination of the presence of heavy metals in samples of sediment matter, was the spectrometry of atomic absorption for graphite oven for Cadmium, Lead, Vanadium, and with flame for Zinc.

The highest concentrations of the metals analyzed along the year 2006 appeared in the samples of Guayllabamba's stations and Hierba Buena, in case of Guayllabamba it is possible to attribute its high concentrations to the present quarries in the zone, to the lewd and heavy transport, as well as the soil with high degree of erosion. In case of the station of Hierba Buena a possible source of its high concentrations can be the industries since it is located to the south of the city in the zone of the industrial park.

The concentrations obtained in this investigation were compared with others of a study realized in Spain, where We observe that the concentrations average of zinc (622,032ug/g), cadmium (25,419ug/g) and lead (576,593ug/g) in Spain are so much than Ecuador; Zn (0,650ug/g), Cd (1,229 ug/g), Pb (26,371ug/g); the average of the concentrations of vanadium in Ecuador (35,698ug/g) are bigger than Spain presents (28,25ug/g). It might attribute as possible source of this metal in Ecuador to the quality of fuels and burning of the same ones.

DEDICATORIA

Mónica

Con mucho amor,

A mis padres, porque creyeron en mí y me sacaron adelante, dándome ejemplos dignos de superación y entrega, en gran parte es por ustedes que siempre estuvieron impulsándome en los momentos más difíciles de mi carrera, y porque admiro su fortaleza y por lo que han hecho de mí, es que hoy puedo ver alcanzada mi meta.

A mi hermana, abuelita y tíos por el orgullo que se que sienten por mí, que me hizo ir hasta el final.

A Juan Fernando que con su apoyo y cariño fomentó en mí el deseo de superación y el anhelo de triunfo en la vida.

Gabriela

Le dedico este trabajo, ante todo, a Dios, por ser quien me ha acompañado a lo largo de toda mi vida pero, en este caso esta dedicatoria es por escucharme y ayudarme dándome fuerza y serenidad en aquellos momentos que tenía ganas de dejarlo todo.

A mi hija, Rafaela mas que dedicarle esto, se lo entrego, esto es suyo, por ser mi fuerza, mi alegría, mi valor, en fin mi vida, porque has sido mi compañerita desde el inicio, quien siempre con solo una mirada y una sonrisa me hace descubrir un nuevo sentido a mi vida....
Te amo.

A mi mami, por su amor incondicional aun en los momentos más difíciles de mi vida y por demostrarme que todo es posible si se tiene fe y voluntad para seguir adelante.

A mi papi, por apoyarme con amor siempre en cada etapa de mi vida, pendiente siempre de mis necesidades y cubriendo cada una de ellas, por ser mi ejemplo de honestidad y trabajo.

A mi amor, Israel por estar siempre a mi lado y creer en mi aun cuando ni yo lo hacia, por aportar equilibrio, alegría y sentido a mi vida llenándola de amor día a día

A mi abuelita Blanca (†), que lamentablemente no estas aquí a mi lado para reír-sufrir conmigo en este momento, a ti abuelita te dedico este trabajo por haber confiado en mi aun siendo una adolescente, siempre vistes un gran potencial en mi y siempre me lo hiciste saber, quiero decirte que poco a poco lo logre, y aquí estoy luchando por ser aquella mujer que tu querías que fuera, una mujer integra, sencilla; porque te prometí que terminaría!

A mis hermanas Dany y Nathy, a mis tíos Mony y Jorge, a mi primo Jorge Alfredo y a mi abuelita Hildita por confiar en mí y apoyarme cuando mas he necesitado, con sus consejos y amor dándome confianza en mi misma para salir adelante

AGRADECIMIENTOS

A nuestras maestras, Ing. Oliva Atiaga e Ing. Paulina Guevara por su apoyo en el desarrollo de este proyecto, al Doctor Omar Suárez desde el fondo de nuestro corazón por compartir todos sus conocimientos con nosotras y guiarnos paso a paso para culminar exitosamente nuestra tesis.

Al Ing. Bladimir Ibarra, a la Ing. Valeria Díaz de CORPAIRE por proporcionarnos todos los materiales, información y apoyo en los momentos precisos.

A nuestra compañera Ing. Norma Paredes por brindarnos su ayuda y conocimientos al inicializar el trabajo de laboratorio para el desarrollo de esta tesis.

Mónica

A mis padres por brindarme un hogar cálido y enseñarme con amor que la perseverancia y el esfuerzo son el camino para lograr cualquier objetivo.

A mi hermana por su apoyo y compañía en los momentos importantes de mi vida.

A Juan Fernando E., por su cariño y constante estímulo para enfrentar los obstáculos con alegría.

A mi abuelita y tíos por animarme en todo momento.

A mi amiga y compañera de tesis Gaby Yépez por su comprensión, ayuda y momentos agradables que pasamos durante el desarrollo de nuestra tesis.

A mis amigos y compañeros Pao G., Maricruz M., Gaby C., Sandra B., Daniel A., por su continuo y afectuoso aliento.

Gabriela

No hay palabras que puedan describir mi profundo agradecimiento hacia mis Padres, quienes durante todos estos años confiaron en mí; comprendiendo mis ideales y el tiempo que no podía estar con ellos, por entregarme su amor día a día y luchar a mi lado para llegar a ser quien soy.

A mis hermanas por su cariño y apoyo en todos los momentos buenos y malos de toda mi vida.

A mis tíos Mony y Jorge por brindarme su amor, su apoyo, sus consejos y ser una guía cada momento de mi vida.

A Israel por entregarme con amor su apoyo y su tiempo para ayudarme en este trabajo, sus palabras y sus consejos para seguir adelante que siempre me ayudaron mucho.

A Mony por ser siempre más que una compañera de tesis, por ser mi amiga y compartir cada uno de los momentos alegres, tristes y difíciles a lo largo del desarrollo de este trabajo.

A todos mis amigos y compañeros por cada uno de los momentos vividos a lo largo de nuestra carrera y su constante apoyo para terminar este trabajo.

INDICE:

INTRODUCCIÓN.....	1
CAPITULO I.....	3
1. CONTAMINACION ATMOSFERICA.....	3
1.1 TIPOS DE CONTAMINANTES.....	4
1.2 MATERIAL PARTICULADO.....	4
1.3 METALES PESADOS EN EL PARTICULADO.....	7
1.4 METODOS DE ANALISIS PARA METALES EN MATERIAL PARTICULADO SEDIMENTABLE.....	12
1.5 CUANTIFICACIÓN DE METALES.....	13
1.6 ANALISIS ESTADISTICO DE LAS VARIABLES.....	22
CAPITULO II.....	24
NORMATIVA.....	24
2. NORMA TECNICA ECUATORIANA DE CALIDAD DEL AIRE AMBIENTE.....	24
CAPITULO III.....	27
AREA DE ESTUDIO.....	27
3. RED DE DEPÓSITO DEL DMQ:.....	27
CAPITULO IV.....	29
METODOLOGIA.....	29
4.1 ANÁLISIS DE MUESTRAS:.....	29
4.2 PROCESAMIENTO DE DATOS:.....	36
4.3 ANALISIS ESTADISTICO.....	37
4.4 GENERACIÓN DEL SIG.....	39
CAPITULO V.....	41
CALCULOS Y RESULTADOS.....	41
5. CALCULO DE LAS CONCENTRACIONES DE METALES EN MATERIAL SEDIMENTABLE.....	41
5.1 CONCENTRACIONES DE CD, PB, ZN, CA, V POR ESTACIÓN DE LA RED DE DEPOSITO DEL D.M.Q DEL AÑO 2006.....	42
5.2 CALCULO DE CONCENTRACIONES PROMEDIO.....	57
5.3 ANÁLISIS POR ESTACION.....	59
CAPITULO VI.....	84
DISCUSION DE RESULTADOS.....	84
6. CONCENTRACION ANUAL DE MATERIAL SEDIMENTABLE EN EL D.M.Q 2006.....	84
6.1 COMPARACION DE RESULTADOS DE MATERIAL SEDIMENTABLE VS. PM10.....	85
6.2 COMPARACION DE RESULTADOS DE MATERIAL SEDIMENTABLE ENTRE ECUADOR Y ESPAÑA.....	88
CAPITULO VII.....	89
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	89
7.1 CONCLUSIONES.....	89
7.2 RECOMENDACIONES.....	92
ANEXOS.....	94
BIBLIOGRAFIA.....	107

INDICE DE TABLAS

Tabla 2.1. Métodos de medición de concentraciones de Material Particulado Sedimentable.....	25
Tabla 3.1 Estaciones de la Red de Depósito del DMQ.....	28
Tabla 4.1 Metales analizados mediante horno de grafito.....	32
Tabla 4.2 Parámetros Instrumentales para metales analizados en horno de Grafito.....	33
Tabla 4. 3 Metales analizados mediante Llama.....	35
Tabla 4.4 Parámetros Instrumentales para metales analizados con Llama.....	35
Tabla. 5.1 Concentraciones de Cd, Zn, Pb, Ca, V, ng/cm2 Estación AMAGUAÑA.....	42
Tabla. 5.2 Concentraciones de Cd, Zn, Pb, Ca, V, ng/cm2 Estación AZUCENA.....	42
Tabla. 5.3 Concentraciones de Cd, Zn, Pb, Ca, V, ng/cm2 Estación BELISARIO.....	43
Tabla. 5.4 Concentraciones de Cd, Zn, Pb, Ca, V, ng/cm2 Estación CALDERON.....	43
Tabla. 5.5 Concentraciones de Cd, Zn, Pb, Ca, V, ng/cm2 Estación CAMAL.....	43
Tabla. 5.6 Concentraciones de Cd, Zn, Pb, Ca, V, ng/cm2 Estación CARAPUNGO.....	44
Tabla. 5.7 Concentraciones de Cd, Zn, Pb, Ca, V, ng/cm2 Estación CARCELEN.....	44
Tabla.5.8 Concentraciones de Cd, Zn, Pb, Ca, V, ng/cm2 Estación CENTRO.....	45
Tabla. 5.9 Concentraciones de Cd, Zn, Pb, Ca, V, ng/cm2 Estación CHILIBULO.....	45
Tabla. 5.10 Concentraciones de Cd, Zn, Pb, Ca, V, ng/cm2 Estación	

CHILLOGALLO.....	46
Tabla. 5.11 Concentraciones de Cd, Zn, Pb, Ca, V, ng/cm2 Estación	
COCHAPAMBA.....	46
Tabla. 5.12 Concentraciones de Cd, Zn, Pb, Ca, V, ng/cm2 Estación	
CONOCOTO.....	47
Tabla. 5.13 Concentraciones de Cd, Zn, Pb, Ca, V, ng/cm2 Estación	
COTOCOLLAO.....	47
Tabla. 5.14 Concentraciones de Cd, Zn, Pb, Ca, V, ng/cm2 Estación	
CUMBAYA.....	48
Tabla. 5.15 Concentraciones de Cd, Zn, Pb, Ca, V, ng/cm2 Estación	
ECUATORIANA.....	48
Tabla. 5.16 Concentraciones de Cd, Zn, Pb, Ca, V, ng/cm2 Estación	
GONZALES SUAREZ.....	49
Tabla. 5.17 Concentraciones de Cd, Zn, Pb, Ca, V, ng/cm2 Estación	
GUAMANÍ.....	49
Tabla. 5.18 Concentraciones de Cd, Zn, Pb, Ca, V, ng/cm2 Estación	
GUAYLLABAMBA.....	50
Tabla. 5.19 Concentraciones de Cd, Zn, Pb, Ca, V, ng/cm2 Estación	
HIERBA BUENA.....	50
Tabla. 5.20 Concentraciones de Cd, Zn, Pb, Ca, V, ng/cm2 Estación	
ITCHIMBIA.....	51
Tabla. 5.21 Concentraciones de Cd, Zn, Pb, Ca, V, ng/cm2 Estación	
JIPIJAPA.....	51
Tabla. 5.22 Concentraciones de Cd, Zn, Pb, Ca, V, ng/cm2 Estación	
KENNEDY.....	51
Tabla. 5.23 Concentraciones de Cd, Zn, Pb, Ca, V, ng/cm2 Estación	
LOS CHILLOS.....	52
Tabla. 5.24 Concentraciones de Cd, Zn, Pb, Ca, V, ng/cm2 Estación	
NANEGALITO.....	52
Tabla. 5.25 Concentraciones de Cd, Zn, Pb, Ca, V, ng/cm2 Estación	
PINTAG.....	53

Tabla. 5.26 Concentraciones de Cd, Zn, Pb, Ca, V, ng/cm2 Estación POMASQUI.....	53
Tabla. 5.27 Concentraciones de Cd, Zn, Pb, Ca, V, ng/cm2 Estación LA ROLDÓS.....	54
Tabla. 5.28 Concentraciones de Cd, Zn, Pb, Ca, V, ng/cm2 Estación SAN JUAN.....	54
Tabla. 5.29 Concentraciones de Cd, Zn, Pb, Ca, V, ng/cm2 Estación SAN ANTONIO DE PICHINCHA.....	55
Tabla. 5.30 Concentraciones de Cd, Zn, Pb, Ca, V, ng/cm2 Estación SANTA FE.....	55
Tabla. 5.31 Concentraciones de Cd, Zn, Pb, Ca, V, ng/cm2 Estación SAN ISIDRO DEL INCA.....	56
Tabla. 5.32 Concentraciones de Cd, Zn, Pb, Ca, V, ng/cm2 Estación TUMBACO.....	56
Tabla. 5.33 Concentraciones de Cd, Zn, Pb, Ca, V, ng/cm2 Estación YARUQUI.....	57
Tabla. 5.34 Promedio anual de cada estación de las muestras de la Red de Depósito del año 2006 del DMQ.....	58
Tabla. 6.1 Concentraciones de zinc de material sedimentable vs. pm10.....	86
Tabla. 6.2 Concentraciones de zinc de material sedimentable vs. pm10.....	86
Tabla. 6.3 Concentraciones de zinc de material sedimentable vs. pm10.....	87
Tabla. 6.4 Concentraciones de Zinc de material sedimentable vs. pm10.....	87

INDICE DE FIGURAS

Figura. 1.1 Composición de la Corteza.....	11
Figura. 1.2 Equipo de recolección de muestra.....	12
Figura. 1.3 Componentes básicos de un espectrofotómetro de absorción atómica.....	16
Figura. 1.4 Sistema de pseudo doble haz.....	17
Figura. 1.5 Horno de grafito.....	19
Figura. 1.6 Etapas Vs. Tiempo.....	20
Figura. 1.7 Efecto Zeeman.....	22
Figura. 1.8 Dendograma Análisis Clúster.....	23
Figura. 3.1 Estaciones de la Red de Depósito del D.MQ.....	27
Figura. 5.1 Dispersión Mensual de Datos en la Estación Amaguaña.....	59
Figura. 5.2 Dendograma de la Estación Amaguaña.....	59
Figura. 5.3 Dispersión Mensual de Datos en la Estación Azucena.....	60
Figura. 5.4 Dendograma de la Estación Azucena.....	60
Figura. 5.5 Dispersión Mensual de Datos en la Estación Belisario.....	61
Figura. 5.6 Dendograma de la Estación Belisario.....	61
Figura. 5.7 Dispersión Mensual de Datos en la Estación Calderón.....	62
Figura. 5.8 Dendograma de la Estación Calderón.....	62
Figura. 5.9 Dispersión Mensual de Datos en la Estación Camal.....	62
Figura. 5.10 Dendograma de la Estación Camal.....	63
Figura. 5.11 Dispersión Mensual de Datos en la Estación Carapungo.....	63
Figura. 5.12 Dendograma de la Estación Carapungo.....	63
Figura. 5.13 Dispersión Mensual de Datos en la Estación Carcelén.....	64
Figura. 5.14 Dendograma de la Estación Carcelén.....	64
Figura. 5.15 Dispersión Mensual de Datos en la Estación Centro.....	65
Figura. 5.16 Dendograma de la Estación Centro.....	65
Figura. 5.17 Dispersión Mensual de Datos en la Estación Chilibulo.....	65
Figura. 5.18 Dendograma de la Estación Chilibulo.....	66
Figura. 5.19 Dispersión Mensual de Datos en la Estación Chillogallo.....	66
Figura. 5.20 Dendograma de la Estación Chillogallo.....	66

Figura. 5.21	Dispersión Mensual de Datos en la Estación Cochabamba.....	67
Figura. 5.22	Dendograma de la Estación Cochabamba.....	67
Figura. 5.23	Dispersión Mensual de Datos en la Estación Conocoto.....	67
Figura. 5.24	Dendograma de la Estación Conocoto.....	68
Figura. 5.25	Dispersión Mensual de Datos en la Estación Cotocollao.....	68
Figura. 5.26	Dendograma de la Estación Cotocollao.....	69
Figura. 5.27	Dispersión Mensual de Datos en la Estación Cumbayá.....	69
Figura. 5.28	Dendograma de la Estación Cumbayá.....	69
Figura. 5.29	Dispersión Mensual de Datos en la Estación Ecuatoriana.....	70
Figura. 5.30	Dendograma de la Estación Ecuatoriana.....	70
Figura. 5.31	Dispersión Mensual de Datos en la Estación González Suarez.....	71
Figura. 5.32	Dendograma de la Estación González Suarez.....	71
Figura. 5.33	Dispersión Mensual de Datos en la Estación Guamaní.....	71
Figura. 5.34	Dendograma de la Estación Guamaní.....	72
Figura. 5.35	Dispersión Mensual de Datos en la Estación Guayllabamba.....	72
Figura. 5.36	Dendograma de la Estación Guayllabamba.....	72
Figura. 5.37	Dispersión Mensual de Datos en la Estación Hierba Buena.....	73
Figura. 5.38	Dendograma de la Estación Hierba Buena.....	73
Figura. 5.39	Dispersión Mensual de Datos en la Estación Itchimbia.....	73
Figura. 5.40	Dendograma de la Estación Itchimbia.....	74
Figura. 5.41	Dispersión Mensual de Datos en la Estación Jipijapa.....	74
Figura. 5.42	Dendograma de la Estación Jipijapa.....	74
Figura. 5.43	Dispersión Mensual de Datos en la Estación Kennedy.....	75
Figura. 5.44	Dendograma de la Estación Kennedy.....	75
Figura. 5.45	Dispersión Mensual de Datos en la Estación Los Chillos.....	75
Figura. 5.46	Dendograma de la Estación Los Chillos.....	76
Figura. 5.47	Dispersión Mensual de Datos en la Estación Nanegalito.....	76
Figura. 5.48	Dendograma de la Estación Nanegalito.....	76
Figura. 5.49	Dispersión Mensual de Datos en la Estación Pintag.....	77
Figura. 5.50	Dendograma de la Estación Pintag.....	77
Figura. 5.51	Dispersión Mensual de Datos en la Estación Pomasqui.....	78

Figura. 5.52 Dendograma de la Estación Pomasquí.....	78
Figura. 5.53 Dispersión Mensual de Datos en la Estación La Roldos.....	78
Figura. 5.54 Dendograma de la Estación La Roldos.....	79
Figura. 5.55 Dispersión Mensual de Datos en la Estación San Antonio de Pichincha.....	79
Figura. 5.56 Dendograma de la Estación San Antonio de Pichincha.....	79
Figura. 5.57 Dispersión Mensual de Datos en la Estación San Juan.....	80
Figura. 5.58 Dendograma de la Estación San Juan.....	80
Figura. 5.59 Dispersión Mensual de Datos en la Estación Santa Fé.....	80
Figura. 5.60 Dendograma de la Estación Santa Fe.....	81
Figura. 5.61 Dispersión Mensual de Datos en la Estación El Inca.....	81
Figura. 5.62 Dendograma de la Estación El Inca.....	81
Figura. 5.63 Dispersión Mensual de Datos en la Estación Tumbaco.....	82
Figura. 5.64 Dendograma de la Estación Tumbaco.....	82
Figura. 5.65 Dispersión Mensual de Datos en la Estación Yaruquí.....	83
Figura. 5.66 Dendograma de la Estación Yaruquí.....	83
Figura. 6.67 Metales en Material Sedimentable Ecuador vs. España.....	88

INTRODUCCIÓN

La degradación del medio ambiente debida a la actitud adoptada por los seres humanos hacia la naturaleza durante el último siglo, ha dado lugar a uno de los principales problemas que la humanidad tiene planteados en la actualidad, como es la contaminación ambiental de agua, aire, suelo y recursos naturales.

Dentro de este problema ambiental podemos encontrar la contaminación atmosférica la cual podría considerarse como una de las más graves ya que es la causante de grandes afecciones hacia el medio ambiente como: el calentamiento global producto del efecto invernadero generado básicamente por el aumento de anhídrido carbónico que se encuentra presente como por ejemplo en la actividad industrial, quema de combustibles fósiles, etc. Dichas actividades también generan como subproductos partículas que contienen metales pesados como son Plomo, Cadmio, Vanadio, Zinc, entre otros.

La presencia de metales en partículas atmosféricas, esta asociada principalmente a la fracción inorgánica siendo la fuente natural la emisión de aerosoles, los que contienen metales trazas, entre las que se incluye el polvo terrestre, las emisiones volcánicas y los incendios forestales.

El parque automotor es considerado una de las mayores fuentes de contaminación atmosférica. En Ecuador se utilizaba hasta hace pocos años gasolina con plomo, emitiendo grandes cantidades de este elemento al aire.

Por estos motivos la determinación de los niveles de concentración de los metales pesados en la atmósfera es importante, debido a que son transportados a la superficie terrestre y marina por la lluvia, granizo y nieve. Se ha realizado estudios para conocer la existencia de metales traza en la fracción respirable PM10⁽¹⁾, en los cuales se realiza caracterizaciones de metales como Pb, Mn, Cd, Hg, V entre otros, los mismos que han servido como base para desarrollar la presente investigación en partículas sedimentables del año 2006, con el

propósito de determinar la concentración de estos metales en la atmósfera del Distrito Metropolitano de Quito.

En tal sentido, este proyecto de investigación servirá para dar conocimiento de la presencia de metales traza y sus concentraciones en material sedimentable que puede ser una línea base para futuras investigaciones.

CAPITULO I

1. CONTAMINACION ATMOSFERICA

La atmósfera es un sistema extremadamente complejo compuesto de diferentes gases como Nitrógeno, Oxígeno, Dióxido de Carbono, Vapor de Agua entre otros. Su temperatura y presión cambian dentro de amplios límites con la altitud. La atmósfera esta sujeta al bombardeo de radiación y de partículas con gran energía provenientes del sol y de la radiación cósmica del espacio exterior. Esta energía tiene efectos químicos importantes como el calentamiento global de la Tierra que depende del efecto invernadero y del mecanismo de enfriamiento, especialmente en los límites exteriores de la atmósfera ⁽²⁾. Como resultado de estos factores, la composición de la atmósfera no es uniforme y ha cambiado su composición natural debido a las actividades industriales realizadas por el ser humano dando como resultado la contaminación de la atmósfera ⁽²⁾.

Se considera contaminación atmosférica a la presencia en el aire de materias o formas de energía que impliquen riesgo, daño o molestia grave para personas y bienes de cualquier naturaleza ⁽³⁾. Esta contaminación se genera por contaminantes que tienen diferentes fuentes, diferente difusión en la atmósfera y efectos. En particular, en el caso de la contaminación atmosférica, la difusión de los contaminantes desempeña un papel importante en los efectos producidos: en ciertos casos, una contaminación de origen puntual puede dispersarse sobre una zona geográfica amplia y tener un impacto débil, en otros casos, una contaminación difusa se concentra por los vientos y el relieve y tiene un impacto notable sobre las ciudades (por ejemplo, la que generan los medios de transporte).

1.1 TIPOS DE CONTAMINANTES

Los contaminantes según su origen se clasifican en: ⁽⁴⁾

Contaminantes Primarios

Contaminantes Secundarios

1.1.1 Contaminantes Primarios:

Son aquellos que se emiten directamente a la atmósfera, como material particulado PM10, material particulado PM2, 5 y material particulado sedimentable, que en conjunto se designan como partículas totales en suspensión (PTS), también son contaminantes primarios el Monóxido de Carbono (CO), Dióxido de Azufre (SO₂) y Dióxido de Nitrógeno (NO₂)

1.1.2 Contaminantes Secundarios:

Estos se forman en la atmósfera a partir de los contaminantes primarios debido a reacciones químicas como hidrólisis, oxidación y reacciones fotoquímicas, producto de estas reacciones se obtiene Ozono troposférico (uno de los contaminantes mas peligrosos). ⁽⁵⁾

1.2 MATERIAL PARTICULADO

Se denomina material particulado atmosférico al conjunto de partículas sólidas y líquidas conocidas también como aerosoles presentes en la atmósfera, sin embargo, es un concepto amplio que engloba tanto las partículas en suspensión como las partículas sedimentables (diámetro aerodinámico superior a 20µm), caracterizadas por su corto período de permanencia en la atmósfera del orden de horas.

En términos globales, los aerosoles artificiales generados por las actividades humanas, representan aproximadamente el 10% del total de aerosoles en nuestra atmósfera.⁽⁵⁾

De forma general se puede decir que estos AEROSOLES (Material Particulado), generan un efecto importante en el ambiente ya que al reflejar la luz del Sol, pueden producir enfriamientos locales y temporales que podrían, en parte, compensar el calentamiento global provocado por los gases de efecto invernadero, pero no pueden compensarlo eternamente porque tienen una permanencia corta en la atmosfera.⁽⁸⁾

La composición de las partículas de un aerosol depende de la fuente donde son generadas. Las mayores fuentes naturales son los volcanes, las tormentas de polvo y los incendios forestales y de pastizales. La pulverización de agua marina también es una gran fuente de aerosoles (Material Particulado) aunque la mayoría de estos caen al mar cerca de donde fueron emitidos.

La actividad humana como la quema de combustibles en motores térmicos para el transporte y en centrales termoeléctricas para la generación de energía eléctrica, el polvo generado en las obras de construcción y otras zonas de tierra donde el agua o la vegetación ha sido removida son fuentes importantes de generación de aerosoles, los mismos que pueden ser clasificados de acuerdo a su tamaño en:

Fracción gruesa: (diámetro de partícula 2.5 μm a 10 μm) normalmente encontramos compuestos cristalinos (sílice, magnesio, calcio, aluminio), cloruro sódico (del spray marino), elementos biológicos primarios (polen, esporas, larvas de insectos), e incluso cenizas de carbón.

Fracción fina: (diámetro de partícula de 2,5 μm o menor) las partículas normalmente están en sulfato, nitrato, componentes orgánicos y de metales (plomo, hierro, cobre, níquel) y carbono elemental.⁽⁶⁾

Las partículas tienen un tiempo de residencia en la atmósfera el cual varía según sus características ya que pueden ser eliminadas por deposición seca o húmeda en distintos tiempos, así como también influyen parámetros determinantes como son el diámetro ($>20 \mu\text{m}$ son eliminadas de la atmósfera por gravedad en el orden de horas, entre $2 \mu\text{m}$ y $3 \mu\text{m}$ son eliminadas en tres y cuatro días), la composición química y sus propiedades termodinámicas. ⁽⁷⁾

1.2.1 EFECTOS DE LOS AEROSOLES SOBRE LA SALUD

Las partículas de mayor tamaño (como por ejemplo una de $10 \mu\text{m}$ de diámetro tiene aproximadamente la misma masa que 1 millón de partículas de 100 nm de diámetro), son menos peligrosas, ya que es poco probable que entre en las vías respiratorias de un cuerpo humano y si lo hiciera sería eliminada rápidamente. ⁽⁶⁾

Numerosos estudios afirman que existe una correlación significativa entre la exposición al material particulado atmosférico y diversos efectos adversos sobre la salud, las evidencias epidemiológicas que se dispone sobre las enfermedades y mortandad que ocasionan las partículas son más serias que las de otros contaminantes, debido a que dentro de sus componentes se encuentran metales pesados los que se acumulan en el organismo del ser humano y son difíciles de eliminar. ⁽⁵⁾

Dentro de los metales pesados se considera aquellos metaloides o metales estables y con densidad superior a 4.5 g/cm^3 como: plomo, cobre, níquel, cadmio, platino, zinc, mercurio y arsénico.

Las emisiones de metales pesados se originan fundamentalmente en grandes instalaciones de combustión, especialmente aquellas que utilizan combustibles sólidos, industria de calcinación y sinterización de minerales metálicos, fundiciones, acerías y otras instalaciones metalúrgicas, industria de producción de cemento y vidrio e instalaciones de incineración de residuos urbanos y sanitarios. ⁽⁹⁾

Los metales pesados se han convertido en un tema actual tanto en el campo ambiental como en el de salud pública, porque causan daños severos y en ocasiones ausentes de síntomas, esto a hecho que las autoridades ambientales y de salud de todo el mundo pongan mucha atención en minimizar la exposición de la población, en particular de la población infantil, a estos elementos tóxicos.

1.3 METALES PESADOS EN EL PARTICULADO

El primer estudio realizado en Taiwán sobre la caracterización de múltiples metales traza en el aire de los alrededores de un incinerador de residuos sólidos urbanos ⁽¹⁰⁾ mostró como resultado una elevada concentración de metales traza en el aire ambiente, donde se confirma que el Cadmio es un indicador de la fuente del resto de los metales analizados, dicho estudio sirvió como un aporte para la presente investigación ya que se caracterizó los siguientes metales en material sedimentable dentro del DMQ: Calcio, Cadmio, Plomo, Zinc y Vanadio, utilizando al calcio como indicador.

Plomo (Pb)

El plomo es un contaminante habitual de los alimentos debido a su abundante presencia en las partículas de polvo las cuales pueden depositarse sobre las cosechas o durante el procesado de los alimentos.

En las zonas urbanas o a lo largo de las autopistas, los niveles de plomo en el polvo generalmente superan los 100ppm, sin embargo, los niveles de plomo en las áreas rurales alcanzan sólo los 10-20ppm. La ingestión de 0,1g de polvo urbano proporciona dosis de plomo de 10µg o superiores.

El plomo presente en el polvo urbano se debe a la renovación de pintura de las viviendas antiguas ya que el polvo procedente de las capas de pintura si no se recoge de forma adecuada puede ser algo peligroso.

Las sales de plomo, debido a sus colores brillantes, han sido ampliamente utilizadas en la fabricación de pigmentos y pinturas base. Por ejemplo el cromato de plomo proporciona pintura amarilla de las líneas de carretera y de los autobuses escolares, y el “plomo rojo” Pb_3O_4 , es la base de las pinturas de anticorrosión empleadas en puentes y otras estructuras.

Cuando se libera plomo al aire, puede movilizarse largas distancias antes de depositarse en el suelo. Una vez que cae al suelo, generalmente se adhiere a partículas del suelo. ⁽⁶⁾

El plomo penetra al agua potable tanto a través de las soldaduras de plomo y conexiones presentes en las cañerías como a través de las mismas cañerías, especialmente en viviendas antiguas donde las conducciones de agua están fabricadas con este metal.

Los efectos del plomo son los mismos si se ingiere o inhala. El plomo puede afectar a casi todos los órganos y sistemas en el cuerpo. El más sensible es el sistema nervioso, tanto en niños como en adultos. ⁽¹¹⁾

Entre los efectos mas comunes se puede mencionar:
Vómito, dolores de cabeza, falta de apetito, daño al cerebro, daño a los riñones, dificultad para dormir, dolores musculares y de las coyunturas, daños en el sistema reproductivo, sordera, problemas de aprendizaje y de comportamiento, aumento en la presión arterial, problemas de digestión y problemas del sistema nervioso.

Cadmio (Cd):

El cadmio es una sustancia natural en la corteza terrestre asociado con el cinc, y se obtiene como subproducto en la minería y extracción del cinc ⁽⁶⁾. También se lo encuentra como mineral combinado con otras sustancias tales como oxígeno (óxido de cadmio), cloro (cloruro de cadmio), o azufre (sulfato de cadmio, sulfuro de cadmio).

El cadmio entra al aire de fuentes como la minería, industria, y al quemar carbón y desechos domésticos. Una de las fuentes urbanas del cadmio es el acero tratado con cinc (acero galvanizado), la erosión de superficies que lo contengan produce polvo urbano que contiene cinc y cadmio, aunque las concentraciones son muy bajas, la cantidad absoluta de cadmio es elevada.

Las emisiones de cadmio desde fundiciones suelen estar formadas por partículas de tamaño mayor a 10 μm que son más susceptibles a depositarse por gravedad a cortas distancias del punto de emisión. El cadmio presenta una movilidad ambiental más alta que la mayoría de los metales pesados antes de depositarse en el suelo y agua. ⁽¹²⁾

El cadmio llega al suelo por la deposición de partículas (húmeda y seca) y de la aplicación de fertilizantes comerciales.

Respirar altos niveles de cadmio produce graves lesiones en los pulmones y puede producir la muerte. Ingerir alimentos o tomar agua con niveles de cadmio muy elevados produce seria irritación al estómago e induce vómitos y diarrea.

El cadmio puede acumularse en los riñones a raíz de exposición por largo tiempo a bajos niveles de cadmio en el aire, los alimentos o el agua; esta acumulación puede producir enfermedades renales, lesiones en los pulmones y fragilidad de los huesos son otros efectos posibles causados por exposición de larga duración. ⁽¹¹⁾

Vanadio (V):

El vanadio es un compuesto que se presenta naturalmente en el ambiente en forma de un metal blanco grisáceo, y que se encuentra generalmente en forma de cristales. El vanadio puro no tiene olor.

Entra al medio ambiente principalmente desde fuentes naturales y de la incineración de combustibles de petróleo. Permanece largo tiempo en el aire, el agua o el suelo.

Este metal no se disuelve muy bien en agua, se combina con otros elementos y partículas, se adhiere a sedimentos del suelo, se ha encontrado en bajos niveles en plantas, pero es improbable que se acumule en los tejidos de animales.⁽¹¹⁾

Los efectos principales de respirar altos niveles de vanadio provocan daños a los pulmones, la garganta y los ojos, puede irritar la piel y las mucosas después de 8 horas de exposición y actúa como un toxico sanguíneo renal y hepático.

Cinc (Zn):

El cinc es un componente natural de nuestra corteza terrestre y es parte inherente de nuestro medio ambiente. Está presente, no sólo en las rocas y suelos sino también en el aire, el agua, las plantas, animales y seres humanos.

Este es un elemento esencial que se encuentra en abundancia en el cuerpo humano. Es generalmente de baja toxicidad.

Cierta cantidad de cinc es liberada al ambiente por procesos naturales, pero la mayor parte proviene de actividades humanas tales como la minería, producción de acero, combustión de petróleo e incineración de basura.

Se adhiere al suelo, sedimentos y a partículas de polvo en el aire. La lluvia y la nieve remueven las partículas de polvo con cinc del aire.

Dependiendo del tipo de suelo algunos compuestos de cinc pueden movilizarse al agua subterránea y a lagos, arroyos y ríos. La mayor parte del cinc en el suelo permanece adherido a partículas de suelo y no se disuelve en agua. Se acumula en peces y en otros organismos, pero no en plantas.

Los efectos nocivos generalmente empiezan a manifestarse a niveles de 10 a 15 veces más altos que los necesarios para mantener buena salud. La ingestión de grandes cantidades, aun brevemente, puede causar calambres estomacales y vómitos.⁽¹¹⁾

Calcio (Ca):

El calcio a pesar de no formar parte de los metales pesados se lo ha considerado dentro de esta investigación como indicador de una posible fuente debido a que representa el 3.6% de la composición media de la corteza terrestre.⁽¹³⁾ (Figura. 1.1).

Los suelos áridos y calcáreos contienen los niveles más altos de calcio. Los suelos viejos de los trópicos contienen muy poco calcio y tienen un valor de pH muy bajo. Los suelos arcillosos contienen más calcio que los suelos arenosos.⁽¹⁴⁾

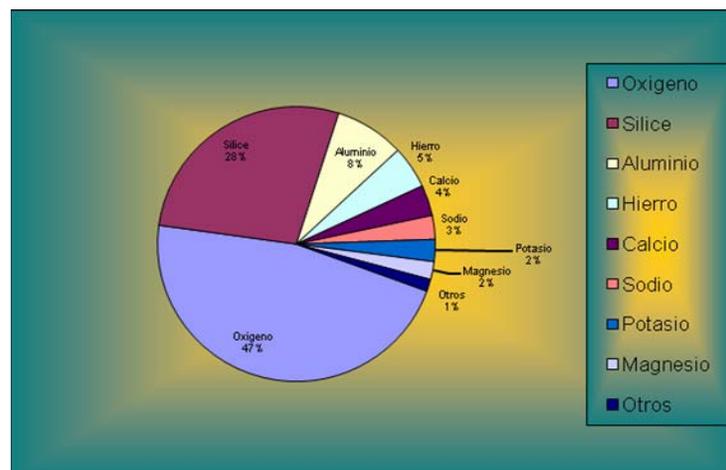


Figura. 1.1 Composición de la Corteza⁽¹³⁾

1.4 METODOS DE ANALISIS PARA METALES EN MATERIAL PARTICULADO SEDIMENTABLE

1.4.1 RECOLECCION DE MUESTRAS

Las partículas grandes sólidas y líquidas son recolectadas a través de la gravedad en un recipiente abierto durante un periodo de tiempo, el contenedor debe ser previamente lavado con una cantidad de agua destilada la cual es filtrada y después evaporada. La masa de partículas insoluble es determinada por el peso acumulado del filtro después de la filtración, mientras que la masa de partículas solubles es determinada por el peso que gana el crisol después de la evaporación. Los pesos acumulados son transformados en deposición de partículas insolubles, solubles y totales normalizando las medidas de masa, las áreas de recolección del recipiente y el tiempo de muestreo.

Este método es aplicable para la determinación de partículas sedimentables de la atmósfera e investigación de las molestias que pueden causar al ser humano y al medio ambiente, a pesar de tener algunas interferencias como la presencia de gases solubles, insectos y la velocidad del viento. El equipo que se utiliza para la recolección de las muestras se presenta a continuación en la figura (1.2).

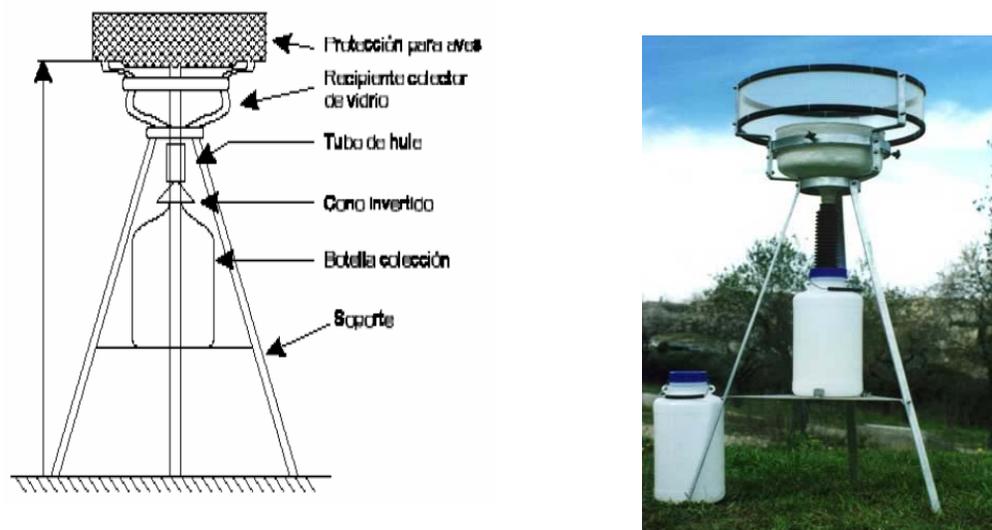


Figura. 1.2 Equipo de recolección de muestra

1.5 CUANTIFICACIÓN DE METALES

1.5.1 ABSORCIÓN ATÓMICA

Espectroscopía de absorción atómica ⁽¹⁶⁾

Espectroscopía es la medición e interpretación de la radiación electromagnética absorbida, dispersada o emitida por átomos, moléculas u otras especies químicas. Estos fenómenos están asociados con cambios en los estados de energía de las diferentes especies. Por consiguiente, dado que cada especie posee estados energéticos característicos, la espectroscopía puede utilizarse para identificarlas y cuantificarlas.

La absorción atómica es el proceso que ocurre cuando átomos de un elemento absorben energía radiante a una longitud de onda específica y luego la pierden en forma de calor. Las muestras se vaporizan y se convierten en átomos libres, en un proceso denominado atomización. Sobre el vapor atómico originado se hace incidir la radiación electromagnética que será absorbida parcialmente por el analito.

1.5.2 CARACTERÍSTICAS DE LA ABSORCIÓN ATÓMICA

Es un excelente método para la determinación de elementos a nivel de trazas. El método está basado en la absorción de radiación electromagnética, cumpliéndose la ley de Beer.

Sensibilidad se define como la concentración en solución del elemento a determinar, que origina una absorbancia de 0,004 (1 % de absorción) unidades a la longitud de onda usada, respecto al disolvente (blanco).

Límite de detección es la más baja concentración que estadísticamente puede distinguirse del cero (blanco).

1.5.3 ETAPAS DE UN ANÁLISIS POR ABSORCIÓN ATÓMICA

Para el análisis por absorción, se procede a contar con las siguientes etapas:

- Preparación y digestión de las muestras.
- Límite de detección.
- Curva de calibración.

1.5.3.1 Preparación y digestión de las muestras

Las muestras de Material Particulado Sedimentable recogidas en filtros de microfibra de cuarzo pueden ser digeridas utilizando el método de Digestión Ácida Asistida por Microondas (Digestión por el método IO -3.1 “SELECTION, PREPARATION AND EXTRACTION OF FILTER MATERIAL”); el mismo que se describe a continuación:

DIGESTIÓN ÁCIDA ASISTIDA POR MICROONDAS

Esta técnica está ampliamente difundida en la actualidad para un rango amplio de aplicaciones que incluyen la descomposición de muestras orgánicas e inorgánicas. La interacción de la radiación de microondas con la muestra y los reactivos causada por migración y rotación dipolar, resulta en un rápido calentamiento de la mezcla y la subsiguiente descomposición.

Las ventajas de esta técnica incluyen el corto tiempo necesario (minutos) para efectuar la descomposición de la muestra, el calentamiento directo de la muestra y reactivos, una mínima contaminación, y prácticamente ninguna pérdida de elementos volátiles. El uso de pequeñas cantidades de reactivos disminuye la señal del blanco.

La descomposición en vessels cerrados usa una tecnología significativamente diferente y principios fundamentales únicos para efectuar la descomposición de la

muestra. La descomposición de muchas muestras sólidas puede ser alcanzada usando cantidades casi estequiométricas de reactivos, típicamente 10 mL, y puede completarse en 10 o 15 minutos. Esto disminuye el tiempo de preparación de la muestra y se debe a que se usan vessels cerrados y al rápido calentamiento de la mezcla de la muestra. Las altas temperaturas alcanzadas en los sistemas cerrados dan a la digestión microondas una ventaja cinética sobre la digestión en planchas de calentamiento, como se describe en la Ecuación:

$$\ln \frac{k_2}{k_1} = \frac{E_a}{2.303R} \left(\frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2} \right) \quad (1)$$

Ecuación Integrada de Arrhenius

k_1 y k_2 = constantes de velocidad para la reacción de interés a T_1 y T_2 respectivamente

E_a = energía de activación

Esta ecuación muestra que la velocidad de reacción se incrementa exponencialmente con el incremento de la temperatura. Esto se traduce en una reducción de aproximadamente 100 ordenes en el tiempo requerido para efectuar una digestión a 175 °C cuando es comparada a una digestión a 95 °C. Además, debido a que los ácidos minerales convierten la energía de microondas en calor casi instantáneamente, se alcanza un rápido calentamiento de la muestra, además de disminuir los tiempos de reacción. También, las digestiones son mas completas debido a que muchos ácidos (ej. ácido nítrico) muestran un aumento en su potencial oxidante a temperaturas elevadas⁽¹⁵⁾.

1.5.3.2 Límite de detección

Es la concentración mas baja de un analito que el proceso analítico puede detectar de forma fiable.

Al aproximarse al límite de detección la señal analítica y su desviación estándar se aproximan a la señal de blanco y a su desviación estándar⁽¹⁷⁾.

1.5.3.3 Curva de Calibración

Las curvas de calibración se construyen para determinar el rango lineal de cada elemento analizado, estas curvas relacionan la señal analítica medida con una concentración conocida de analito.

La mayoría de las curvas de calibrado son lineales y se pueden representar mediante la ecuación.

$$S = mc + S_{bl} \quad (2)$$

Donde:

S = señal medida

c = concentración del analito

S_{bl} = señal instrumental del blanco

m = pendiente de la recta

1.5.4 COMPONENTES BÁSICOS DE UN ESPECTROFOTÓMETRO DE ABSORCIÓN ATÓMICA ⁽¹⁷⁾

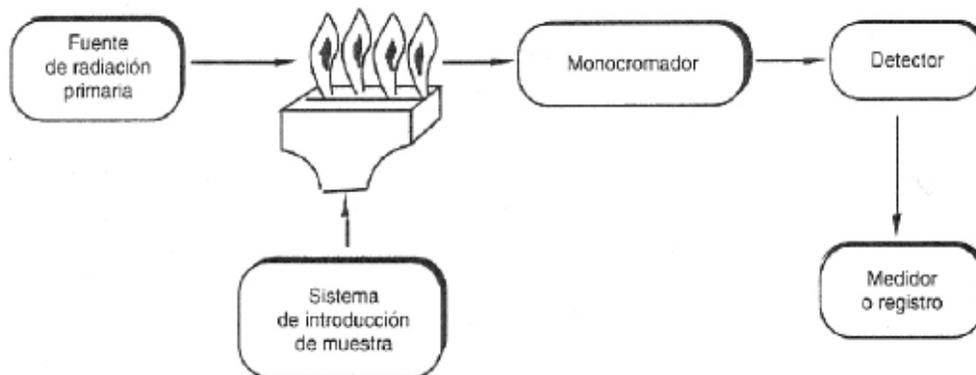


Figura. 1.3 Componentes básicos de un espectrofotómetro de absorción atómica

Sistema de atomización, que suministra energía suficiente para la disociación del analito y la formación de átomos libres.

Fuente de radiación que emita la línea espectral del elemento de interés.

Monocromador para aislar la línea espectral medida.

Detector acoplado con un sistema lector o de registro de los datos.

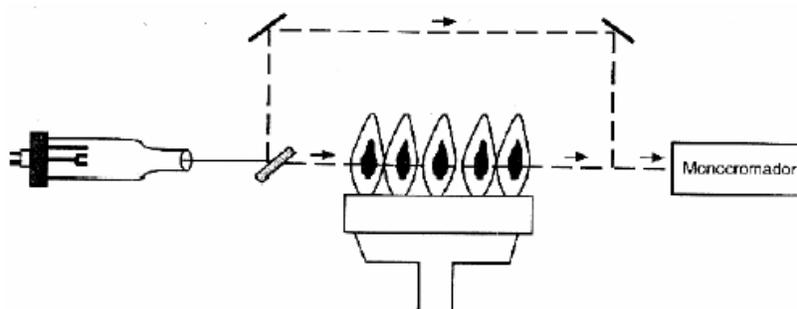


Figura. 1.4 Sistema de pseudo doble haz

1.5.5 ABSORCIÓN POR LLAMA

La espectroscopia de absorción atómica con llama es el método más empleado para la determinación de metales en una amplia variedad de matrices. Su popularidad se debe a su especificidad, sensibilidad y facilidad de operación. Se basa en la medida de la radiación absorbida por un vapor atómico. El vapor atómico se genera mediante una llama en la que se aspira la muestra líquida.

Cuando una solución es introducida en una llama, la mayor parte de los componentes inorgánicos son vaporizados y convertidos en su forma elemental, y los átomos son excitados térmicamente por la energía generada mediante reacciones químicas.

La llama utilizada en este método se obtiene usando acetileno como combustible y aire como comburente; también es frecuente el uso del óxido nitroso como comburente, obteniéndose, en este caso, temperaturas más altas en la llama.

Las temperaturas en la absorción por llama cercanas a los 1,500–3,000°C son suficientes para producir la atomización de un gran número de elementos, los que absorberán parte de la radiación proveniente de la fuente luminosa.

El tiempo necesario para la atomización de una muestra dependerá de la velocidad de entrada de los gases en la llama y se expresa con la altura de la llama, de modo, que la medición de la absorbancia se debe realizar en una zona en que la atomización sea completa.

Como fuente de radiación se emplea una lámpara de cátodo hueco, que emite a la misma longitud de onda que la usada para el análisis de absorción por parte del vapor atómico, este hecho es el responsable de la elevada selectividad que puede conseguirse en las determinaciones realizadas con esta técnica. Además se obtiene una buena sensibilidad y un buen cumplimiento de la ley de Beer porque estas lámparas emiten radiación intensa a la longitud de onda necesaria y con un ancho de banda muy pequeño.

En general la llama debe ser en lo posible transparente, es decir, no debe absorber parte de la radiación proveniente de la lámpara, la llama debe poseer una alta eficiencia en la producción de átomos libres y ésta debe evitar que ocurran reacciones del elemento a determinar con productos de la combustión de los gases empleados o con otros componentes de la muestra. ⁽¹⁶⁾

1.5.6 ABSORCIÓN POR HORNO DE GRAFITO

Es el tipo más popular de atomización electrotrémica. Se usa el fuerte calentamiento de una resistencia eléctrica para atomizar por completo una parte de la muestra.

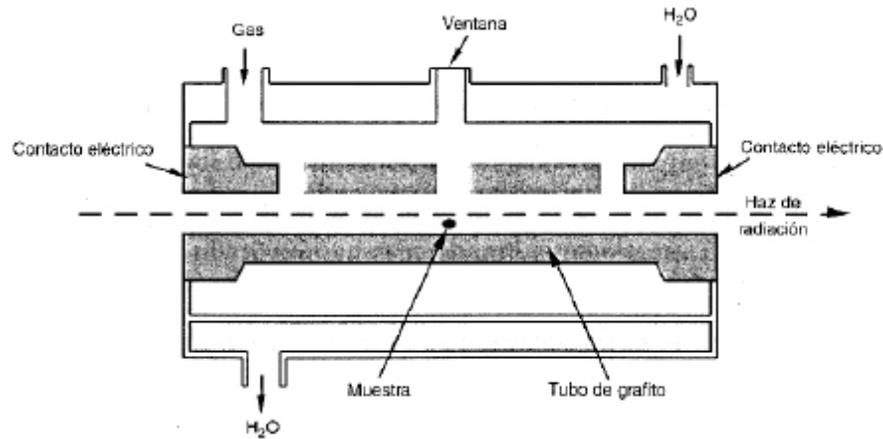


Figura. 1.5 Horno de grafito

El proceso de calefacción transcurre en tres etapas: secado, mineralización y atomización. (figura. 1.6), para lo cual se inicia inyectando un pequeño volumen de muestra (como máximo 2ml) en el horno. Después del tratamiento térmico se obtiene instantáneamente un vapor atómico muy concentrado y confinado en un pequeño espacio, que absorbe el haz de luz. El consumo de muestra es mayor en la llama.

En contraste con los métodos que utilizan llama, en los que se obtiene una señal continua de absorbancia, las señales generadas por atomización electrotrémica son discontinuas.

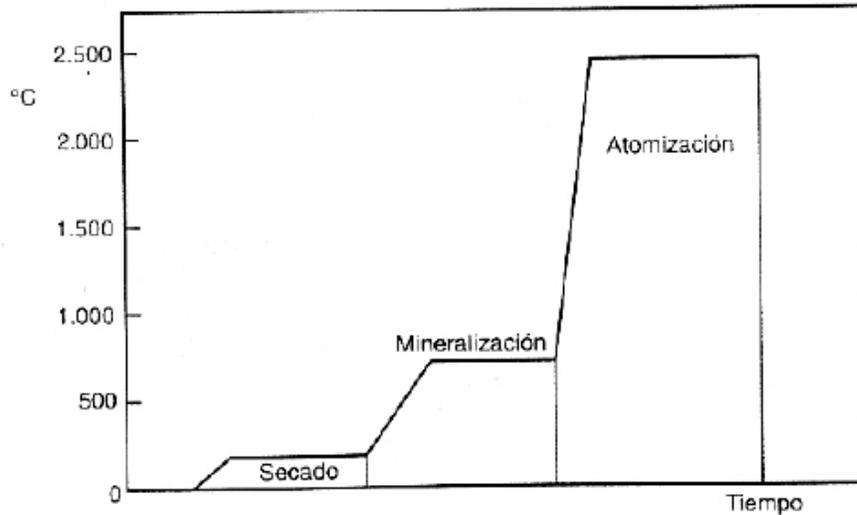


Figura. 1.6 Etapas Vs. tiempo

La temperatura exacta y la duración de cada etapa dependen de la naturaleza del analito y tipo de muestra.⁽¹⁶⁾

1.5.7 INTERFERENCIAS PRESENTES EN LOS METODOS DE ABSORCION POR HORNO DE GRAFITO Y POR LLAMA

Como todo método este también tiene interferencias donde se considera la influencia de diversos factores sobre la absorbancia atómica del elemento a determinar y la forma de evitar o paliar dichos efectos.⁽¹⁷⁾

- a) Físicas
- b) Químicas
- c) Espectrales

a) FÍSICAS

Se deben a cambios en las propiedades físicas, tales como viscosidad, densidad, tensión superficial, etc., en la disolución del analito y en los patrones, los cuales pueden afectar al proceso de nebulización.

Pueden evitarse procurando que las propiedades físicas y la matriz sea la misma en la muestra y en los patrones. También utilizando el método de adición estándar o, incluso, simplemente operando con disoluciones más diluidas.

b) QUÍMICAS

Son aquellas en las cuales algún tipo de compuesto molecular está presente, o se forma en la llama (óxidos, hidróxidos, carburos o nitruros metálicos térmicamente estables), con la consiguiente disminución de la población de átomos libres.

Las interferencias se pueden evitar aumentando la temperatura, o bien empleando agentes liberadores (La o Sr) o agentes complejantes (EDTA).

c) ESPECTRALES

Tiene lugar cuando se produce absorción o emisión por una especie a la misma longitud de onda que el analito, o a una longitud de onda tan próxima que el monocromador no puede separar ambas señales.

1.5.8 CORRECCION DE INTERFERENCIAS

1.5.8.1 EFECTO ZEEMAN

Se basa en la aplicación de un campo magnético a la fuente de radiación, cuya línea espectral emitida se separa en los componentes π y σ_{\pm} .

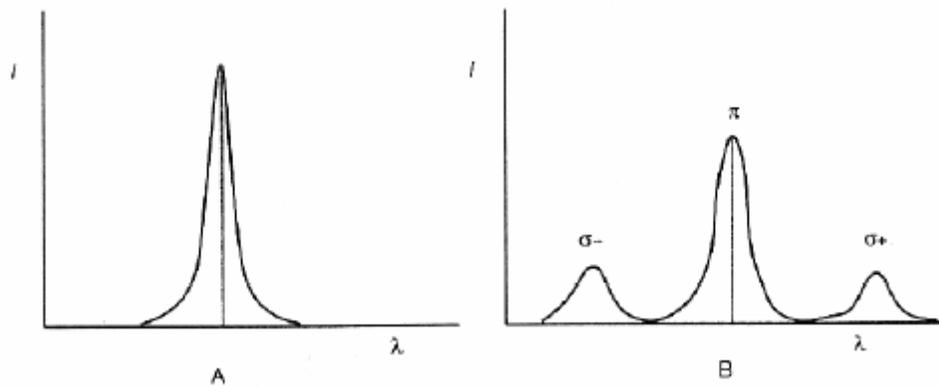


Figura. 1.7 Efecto Zeeman. A: ausencia de campo magnético. B: presencia de campo magnético

1.6 ANALISIS ESTADISTICO DE LAS VARIABLES

El software SPSS (Statistical Package for the Social Sciences), tiene la capacidad de construir un modelo único que sea capaz de explicar lo que aconteció, tanto antes como después del análisis estadístico. De alguna forma, el SPSS trata de obtener información privilegiada a partir de la base de datos.

Dentro del SPSS se encuentra el análisis clúster (conglomerado) que tiene por objeto buscar grupos similares de variables que se van agrupando en conglomerados. Este análisis sirve para clasificarlos en grupos lo mas homogéneos posible en base a las variables observadas⁽²¹⁾.

Este método estadístico multivariante de clasificación automática de datos parte de una tabla de casos – variables, trata de situar los casos en grupos homogéneos, conglomerados, los mismos que no son conocidos de antemano pero sugeridos por la propia esencia de los datos, de manera que los casos que puedan ser considerados similares sean asignados a un mismo clúster, mientras que individuos diferentes se localicen en clúster diferentes.

Existen dos tipos de análisis de clúster los no jerárquicos y los jerárquicos. Los clúster jerárquicos, se caracterizan por configurar grupos en los que los unos dependen de otros en una estructura arborescente, de forma que clúster de niveles más bajos van siendo englobados en otros niveles superiores. La representación grafica de estas etapas de formación de grupos a modo de árbol invertido se denomina *dendograma*.

Los dendogramas pueden emplearse para evaluar la cohesión de los conglomerados que se han formado y proporcionar información sobre el numero adecuado de conglomerados que deben conservarse.

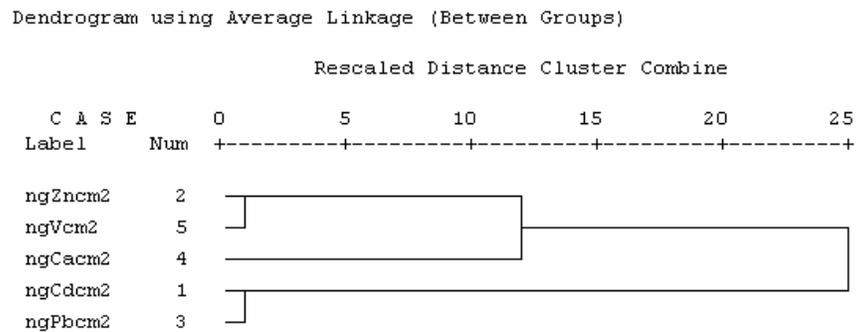


Figura. 1.8 Dendograma Análisis Clúster

La escala que va de 0 a 25 indica la correlación entre los metales, de esta manera se presentan diferentes niveles de correlación:

0 – 5 = correlación muy fuerte

0-10 = correlación alta

0-15 = correlación débil

0-25 = no existe correlación

CAPITULO II

NORMATIVA

2. NORMA TECNICA ECUATORIANA DE CALIDAD DEL AIRE AMBIENTE

Dentro de la Norma Técnica Ecuatoriana de Calidad del Aire Ambiente establece los objetivos de calidad del aire ambiente así como los métodos y procedimientos a la determinación de los contaminantes en el aire ambiente.

El objeto principal de esta norma es el preservar la salud de las personas, la calidad del aire ambiente, el bienestar de los ecosistemas y del ambiente en general. Para cumplir con este objetivo, esta norma establece los límites máximos permisibles de contaminantes en el aire ambiente a nivel del suelo.

La norma también provee los métodos y procedimientos destinados a la determinación de las concentraciones de contaminantes en el aire ambiente.⁽¹⁸⁾

En la Sección 4.1 de la Norma Ecuatoriana de Calidad del Aire Ambiente, establecida en el Libro VI, Anexo 4 del Texto Unificado de la Legislación Ambiental Secundaria (Ministerio del Ambiente, 2003) se establecen como contaminantes comunes del aire ambiente a los siguientes:

- Partículas Sedimentables.
- Material Particulado de diámetro aerodinámico menor a 10 (diez) micrones. Se abrevia PM10.
- Material Particulado de diámetro aerodinámico menor a 2,5 (dos enteros cinco décimos) micrones. Se abrevia PM2,5.
- Óxidos de Nitrógeno: NO y NO₂, y expresados como NO₂.
- Dióxido de Azufre SO₂.

- Monóxido de Carbono.
- Oxidantes Fotoquímicos, expresados como Ozono.

Esta norma también establece que la máxima concentración de una muestra en material sedimentable, colectada durante 30 (treinta) días de forma continua, será de un miligramo por centímetro cuadrado ($1 \text{ mg/cm}^2 \times 30 \text{ d}$).

La determinación de las concentraciones de contaminantes 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, tendrán como referencia a aquellos descritos en la legislación ambiental federal de los Estados Unidos de América.

En la Tabla 2.1 se describen los métodos de medición de concentraciones de Partículas Sedimentables.⁽¹⁸⁾

Tabla 2.1. Métodos de medición de concentraciones de Material Particulado Sedimentable

<i>CONTAMINANTE</i>	<i>Nombre, Referencia y Descripción del Método</i>
<i>Partículas Sedimentables</i>	<p>Nombre: Método Gravimétrico, mediante Captación de Partículas en envases abiertos</p> <p>Referencia: Method 502. Methods of Air Sampling and Analysis, 3rd. Edition, Intersociety Committee, Lewis Publishers, Inc. 1988.</p>
	<p>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.</p> <p>Las partículas colectadas serán clasificadas en solubles e insolubles.</p> <p>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 insolubles 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.</p>

Para el manejo de las mediciones observadas de concentraciones de los contaminantes, la norma técnica ecuatoriana de calidad del aire ambiente dicta que estas deberán corregirse de acuerdo a las condiciones de la localidad en que se efectúen dichas mediciones para lo cual se utilizará la siguiente ecuación:

$$C_c = C_o * \frac{760\text{mmHg}}{P_{bl}\text{mmHg}} * \frac{(273 + t^{\circ}\text{C})^{\circ}\text{K}}{298^{\circ}\text{K}} \quad (3)$$

Donde:

C_c : concentración corregida

C_o : concentración observada

P_{bl} : presión atmosférica local, en milímetros de mercurio.

$t^{\circ}\text{C}$: temperatura local, en grados centígrados.

Según las **NORMAS DE CALIDAD DEL AIRE A NIVEL INTERNACIONAL** emitidas por la Subdirección de Estudios Ambientales IDEAM (Convenio de Asociación N° 038/04).

Se considera a las partículas sedimentables como contaminantes no convencionales, con un valor máximo permisible de 1 mg/cm^2 en un mes en los países de Argentina y Ecuador. En la tabla. 2.2 Ubicada en anexos encontramos las concentraciones permitidas por algunos países.⁽¹⁹⁾

CAPITULO III

AREA DE ESTUDIO

El presente estudio se ha desarrollado en el Distrito Metropolitano de Quito, en la red de deposito de la CORPAIRE que se encuentra conformada por 34 estaciones de monitoreo.

La figura 3.1⁽²⁰⁾ presenta la distribución de las estaciones y la Tabla 3.1 la identificación de cada una de las estaciones con sus diferentes coordenadas expresadas en grados, minutos y segundos.

3. RED DE DEPÓSITO DEL DMQ:

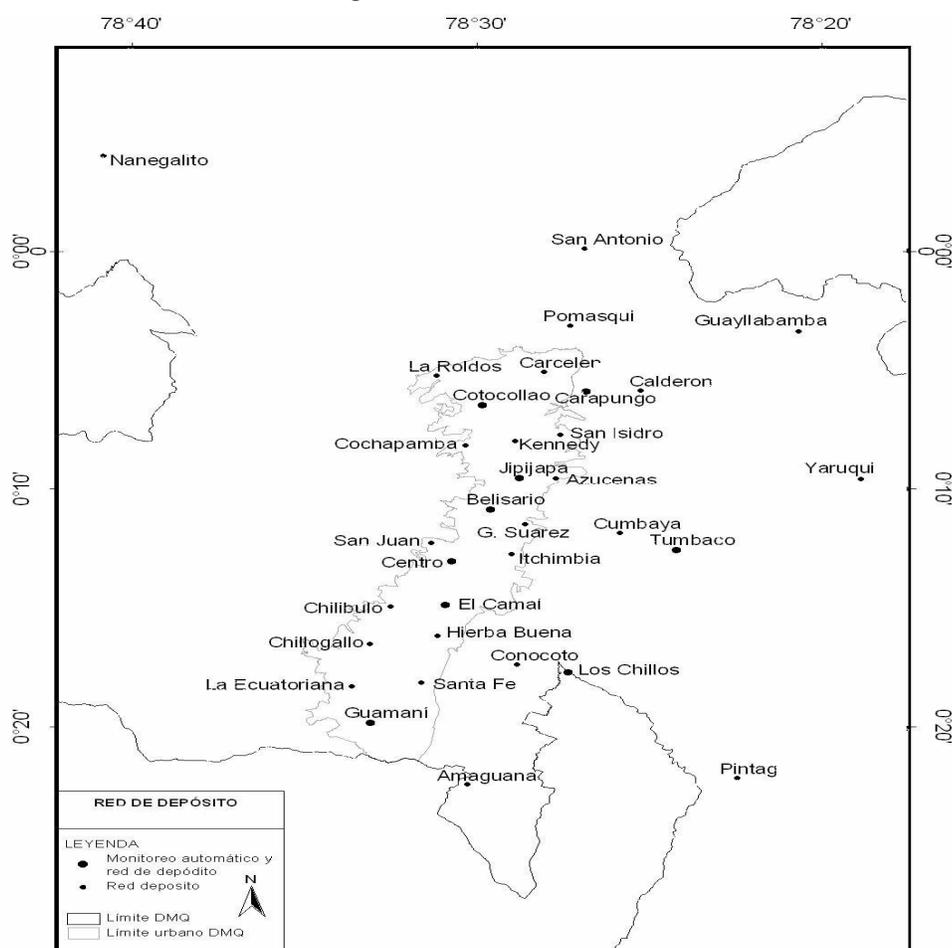


Figura. 3.1 Estaciones de la Red de Depósito del D.MQ

Tabla 3.1 Estaciones de la Red de Depósito del DMQ ⁽²⁰⁾

<i>NOMBRE</i>	<i>RED_DEPOSI</i>	<i>LONGITUD</i> (° ‘ “)	<i>LATITUD</i> (° ‘ “)
<i>Amaguaña</i>	Amaguana	-78 30 16	0 22 26
<i>Azucenas</i>	Azucenas	-78 27 41	0 09 33
<i>Belisario</i>	Belisario	-78 29 36	0 10 54
<i>Calderón</i>	Calderón	-78 25 14	0 05 51
<i>Carapungo</i>	Carapungo Andinatel	-78 26 50	0 05 54
<i>Carcelén</i>	Carcelén	-78 28 02	0 05 03
<i>Centro</i>	Centro	-78 30 43	0 13 05
<i>Chilibulo</i>	Chilibulo	-78 32 29	0 14 57
<i>Chillogallo</i>	Chillogallo	-78 33 05	0 16 31
<i>Cochapamba</i>	Cochapamba	-78 30 18	0 08 10
<i>Conocoto</i>	Conocoto	-78 28 49	0 17 24
<i>Cotocollao</i>	Museo El Sitio	-78 29 50	0 06 28
<i>Cumbayá</i>	Cumbayá	-78 25 50	0 11 53
<i>El Camal</i>	El Camal	-78 30 54	0 14 54
<i>González Suárez</i>	González Suárez	-78 28 35	0 11 31
<i>Guamaní</i>	Guamaní	-78 33 05	0 19 51
<i>Guayllabamba</i>	Guayllabamba	-78 20 38	0 03 21
<i>Hierba Buena I</i>	Hierba Buena I	-78 31 06	0 16 12
<i>Itchimbia</i>	Itchimbia	-78 28 57	0 12 45
<i>Jipijapa</i>	Jipijapa	-78 28 45	0 09 32
<i>Kennedy</i>	Kennedy	-78 28 53	0 07 59
<i>La Ecuatoriana</i>	La Ecuatoriana	-78 33 37	0 18 18
<i>La Roldós</i>	La Roldós	-78 31 09	0 05 13
<i>Los Chillos</i>	Los Chillos	-78 27 20	0 17 44
<i>Nanegalito</i>	Nanegalito	-78 40 48	0 04 02
<i>Pintag</i>	Pintag	-78 22 25	0 22 09
<i>Pomasqui</i>	Pomasqui	-78 27 16	0 03 07
<i>San Antonio</i>	San Antonio	-78 26 51	0 00 08
<i>San Isidro El Inca</i>	San Isidro El Inca	-78 27 32	0 07 42
<i>San Juan</i>	San Juan	-78 31 19	0 12 18
<i>Santa Fe</i>	Santa Fe	-78 31 36	0 18 10
<i>Tumbaco</i>	Tumbaco	-78 24 13	0 12 37
<i>Yaruqui</i>	Yaruqui	-78 18 49	0 09 33

CAPITULO IV

METODOLOGIA

Para efectuar la extracción y análisis de las concentraciones de las muestras de material particulado, la CORPAIRE previamente realizó la recolección de las muestras en filtros de microfibra de cuarzo siguiendo el método determinado en la Norma Técnica de Calidad del Aire.

4. ANALISIS DE CONCENTRACIONES DE LOS METALES PESADOS EN EL MATERIAL SEDIMENTABLE DEL DMQ.

4.1 ANÁLISIS DE MUESTRAS:

El análisis químico de las muestras comprende la digestión y lectura de concentraciones de metales pesados por absorción atómica en horno de grafito y llama, durante todo el proceso se debe asegurar la pureza de los reactivos para evitar alteraciones en los resultados de las lecturas.

4.1.1 DIGESTIÓN DE LA MUESTRA:

Materiales y Reactivos:

- Acido Nítrico y Ácido Clorhídrico concentrado
- Agua ionizada de 18 megaomnios de resistencia.
- Balanza Analítica marca Mettler Toledo AB204
- Balones Aforados de 25 ml, clase A
- Botellas plásticas con tapa hermética para guardar las muestras digestadas
- Embudos de 2.5 mm
- Estándares de Calibración para cada metal.
- Filtros de micro fibra de cuarzo marca WHATMAN para blancos y fortificados.

- Mascarilla para vapores inorgánicos.
- Microondas MICROWAVE LABSTATION (mls 1200 mega), con un programa multipasos con variaciones de potencia y tiempo.
- Papel filtro cualitativo, filtración lenta 100 U
- Pipeta Automática de 1 ml.
- Solución de Extracción 5.55% HNO₃ y 16.75% HCl
- Vessels de Digestión de TFM (teflón), capaces de resistir presiones superiores a 120 psi. Los vessels a presión deben ser capaces de liberar la presión excedente de 120 psi (60 – 120 ml de capacidad).

Procedimiento:

1. Preparar la solución de extracción (5.55% HNO₃ y 16.75% HCl).
2. Colocar en cada vessel previamente tarado el filtro con material sedimentable.
3. Añadir 10 ml de la solución de extracción.
4. Colocar en el carrusel los vessels muy bien cerrados y asegurados.
5. Los vessels con la muestra son irradiados en 486 W (salida de energía) por 23 min. y con un tiempo de 5 min. para ventilación y enfriamiento.
6. Aforar en un balón de 25 ml la solución digestada de los vesseles con agua des ionizada utilizando para esto el papel filtro y el embudo.
7. Para los controles de calidad en el proceso de digestión se usan filtros nuevos y se coloca además de los 10 ml de la solución de extracción pequeñas cantidades del estándar de cada metal a determinarse.

Nota (1): Manejar los filtros con guantes, evitando tocar el área que contiene la muestra y cualquier tipo de pinza de metal para garantizar la veracidad de los resultados.

Para el análisis de los metales Plomo (Pb), Cadmio (Cd) y Vanadio (V) se usó la absorción atómica por horno de grafito y por llama para el análisis de Zinc (Zn) y Calcio (Ca), para comenzar con el análisis en cualquiera de los dos métodos el equipo realiza la curva de calibración y se fija el límite de detección.

4.1.2 ANALISIS MEDIANTE ABSORCIÓN ATÓMICA CON HORNO DE GRAFITO

Materiales y Reactivos:

- Agua des ionizada de 18 megaomnios de resistencia
- Espectrómetro de Absorción Atómica marca VARIAN SpectrAA (GTA120, AA240Z).
- Estándares de calibración de V, Cd, Pb.
- Modificador de Matriz para Cd : Ácido Orto fosfórico (H₃PO₄)
- Modificador de Matriz para Pb: Ácido ascórbico y paladio
- Pipeta automática de 1 ml, puntas plásticas

Procedimiento:

1. Colocar 2 ml de muestra digerada en cada vial previamente etiquetado con los códigos de cada estación.
2. Preparar los Estándares correspondientes al metal que se esta analizando (Cd: entre 1 y 5 ppb, Pb: entre 10 y 100 ppb, V: entre 20 y 200 ppb).
3. Si el método utilizado para cada metal requiere modificador de matriz se debe llenar un vial con el mismo.
4. Colocar el conjunto de muestras, estándares y modificador (si es requerido) en el carrusel del horno de grafito, llenar la guía de carga con los códigos de cada muestra en el orden que fueron colocados en el carrusel.
5. Después las muestras serán atomizadas a través de un programa específico para cada metal que consiste en rampas de temperaturas, donde cada muestra primero es evaporada, después calcinada y finalmente atomizada usando energía eléctrica.
6. Finalmente el equipo integra las señales de absorbancia de la muestra y de los estándares, dando así la concentración del metal a nivel de ppb.

4.1.2.1 CONDICIONES DE ANALISIS MEDIANTE HORNO DE GRAFITO

Tabla 4.1 Metales analizados mediante horno de grafito

METAL	TUBOS	MODIFICADOR DE MATRIZ	ESTÁNDARES DE CALIBRACIÓN	OBSERVACIONES
CADMIO (Cd)	Pirolíticos con plataforma	Ácido ortofosfórico (H ₃ PO ₄)	Entre 1 y 5 ppb	Probamos como modificador de matriz al paladio pero no se obtuvieron resultados favorables.
PLOMO (Pb)	Pirolíticos con plataforma	Acido Ascórbico y Paladio	Entre 10 y 100 ppb	Se aumentaron las etapas de secado, los resultados obtenidos con oxalato de amonio y ácido ascórbico fueron satisfactorios pero mejoraron con un nuevo modificador de matriz
VANADIO (V)	Pirolíticos con plataforma	No se usó modificador de matriz	Entre 20 y 200 ppb	Este metal fue analizado al final de todas las lecturas, usamos tubos con plataformas pirolíticas debido al desgaste del revestimiento pirolítico que sufre el tubo por las elevadas temperaturas de atomización (2700°C), se aumentaron las etapas de secado.

Tabla 4.2 Parámetros Instrumentales para metales analizados en horno de Grafito

	METALES		
	Cadmio	Plomo	Vanadio
Método:	Zeeman	Zeeman	Zeeman
Tipo de instrumento:	Zeeman	Zeeman	Zeeman
Unidades de Conc.:	µg/L	µg/L	µg/L
Modo del instrumento:	Absorbancia	Absorbancia	Absorbancia
Modo de muestreo:	Normal automático	Normal automático	Normal automático
Modo de calibración:	Concentración	Concentración	Concentración
Modo de medida:	Área de pico	Área de pico	Área de pico
Cifras Decimales Conc:	2	2	2
Longitud de onda:	228.8 nm	283.3 nm	318.5nm
Corriente de lámpara:	4.0 mA	10.0 mA	20.0 Ma
Corrección de fondo:	C. Fondo activado	C. Fondo activado	C. Fondo activado
PATRÓN 1 para la curva de calibración:	1.00 µg/L	10.00 µg/L	26.67 µg/L
PATRÓN 2 para la curva de calibración:	3.00 µg/L	50.00 µg/L	53.33 µg/L
PATRÓN 3 para la curva de calibración:	5.00 µg/L	100.00 µg/L	93.33 µg/L
PATRÓN 4 para la curva de calibración:	-----	-----	186.67 µg/L
Algoritmo de calibración:	Lineal origen	Lineal	Lineal
Conc. de partida:	5.00 µg/L	100.00 µg/L	200.00 µg/L

4.1.3 ANALISIS MEDIANTE ABSORCIÓN ATÓMICA CON LLAMA

Materiales y Reactivos:

- Agua des ionizada de 18 megaomnios de resistencia
- Espectrómetro de absorción atómica marca VARIAN SpectrAA (AA240FS)
- Estándares de calibración de Zn y Ca
- Gradilla
- Tubos de ensayo
- Vasos de precipitación

Procedimiento:

1. Colocar en tubos de ensayo 10 ml de los estándares correspondientes al metal que se esta analizando (Zn: entre 0.1 y 1 ppm, Ca: entre 1 y 10 ppm) y el agua des ionizada en un vaso de precipitación que servirán para la realización de la curva de calibración.
2. Llenar la guía de carga con los códigos de cada muestra en el orden que van a ser analizadas.
3. En el caso del Zn colocar 10 ml de la muestra digestada en los tubos de ensayo para que sea absorbido por el flujo de gas, para el caso del Ca se deben añadir a 10ml de la muestra 0.1g de cloruro de cesio.
4. Se realiza la lectura de los estándares cada 40 muestras para monitorear que el equipo este calibrando bien y tener un control de calidad.
5. El equipo integra las señales de absorbancia de los estándares y muestras, para finalmente emitir la concentración del metal a nivel de ppm.

4.1.3.1 CONDICIONES DE ANALISIS MEDIANTE LLAMA

Tabla 4. 3 Metales analizados mediante Llama

<i>METAL</i>	<i>SISTEMA DE LLAMA</i>	<i>MODIFICADOR DE MATRIZ</i>	<i>ESTÁNDARES DE CALIBRACIÓN</i>	<i>OBSERVACIONES</i>
<i>CINC (Zn)</i>	Con corrección de background	No se usó modificador	Entre 0.1 y 1 ppm	Se usó para la corrección del background lámpara de deuterio.
<i>CALCIO (Ca)</i>	Con corrección de background	Cloruro de cesio	Entre 1 y 10 ppm	Se analizó para correlacionar los datos y atribuir o no al suelo como una fuente de origen.

Tabla 4.4 Parámetros Instrumentales para metales analizados con Llama.

	<i>METALES</i>	
	<i>Calcio</i>	<i>Cinc</i>
<i>Método:</i>	Llama	Llama
<i>Tipo de instrumento:</i>	Llama	Llama
<i>Unidades de Conc.:</i>	mg/L	mg/L
<i>Modo del instrumento:</i>	Absorbancia	Absorbancia
<i>Modo de muestreo:</i>	Manual	Manual
<i>Modo de calibración:</i>	Concentración	Concentración
<i>Modo de medida:</i>	Integración	Integración
<i>Cifras Decimales Conc:</i>	3	3
<i>Longitud de onda:</i>	422.7 nm	213.9 nm
<i>Corriente de lámpara:</i>	10.0 mA	5.0 Ma
<i>Corrección de fondo:</i>	C. Fondo activado	C. Fondo activado
<i>PATRÓN 1 para la curva de calibración:</i>	1.000 mg/L	0.1000 mg/L
<i>PATRÓN 2 para la curva de calibración:</i>	3.000 mg/L	0.3000 mg/L
<i>PATRÓN 3 para la curva de calibración:</i>	5.000 mg/L	0.5000 mg/L
<i>PATRÓN 4 para la curva de calibración:</i>	10.000 mg/L	1.0000 mg/L

Algoritmo de calibración:	Racional	Lineal
Tipo de llama	N ₂ O/Acetileno	Aire/Acetileno
Flujo de aire	-----	13.50 L/min
Flujo de acetileno	6.35 L/min	2.00 L/min
Flujo de N₂O	11.00 L/min	-----

4.2 PROCESAMIENTO DE DATOS:

Las concentraciones obtenidas en ppm y ppb deben ser procesadas para adquirir las concentraciones reales en ng/cm² de cada metal en las muestras de material sedimentable:

1.- Se determina el valor del factor de corrección de cada metal para disminuir el rango de error que pudiera obtenerse en la lectura dada por el equipo.

El factor de corrección se calcula promediando los valores obtenidos en cada lectura de los estándares correspondientes al metal analizado.

2.- La corrección se realiza dividiendo los datos crudos dados por el equipo para el factor de corrección.

3.- Las concentraciones de cada metal pertenecientes a los filtros blancos se promedian para obtener un valor promedio de blancos.

4.- A los datos de concentración de las muestras se resta el valor de promedios de blancos obtenido anteriormente.

5.- Finalmente los ng/ml de metal existente en la solución se expresa en este caso en ng/cm² para conocer el valor de concentración en cada recipiente de la red de depósito del DMQ.

El cálculo de la concentración final se realiza con:

$$\left[\left(\frac{Elem\ ng / ml * val.est}{Fac.corr.} \right) - bl. ng / ml \right] * 25\ ml \quad (4)$$

$$= \frac{ng\ Elem / cm^2\ Recip.}{(\pi * r^2) cm^2}$$

Donde:

Elem ng/ml: Concentración del metal en ng/ml

Val.est: valor de estándar por metal usado para obtener el factor de corrección, en ppb si el metal es leído por horno de grafito ó ppm si es leído por llama

Fac.corr.ng/ml: Promedio de los estándares analizados por metal en ppb si el metal es leído por horno de grafito ó ppm si es leído por llama

Bl.ng/ml: Valor promedio de concentración de blancos en ng/ml

25 ml: Volumen de aforo.

$\pi * r^2$: dimensiones del filtro

Diámetro = 12.3 cm

ngElem/cm²Recip: Concentración del metal en ng/cm² de filtro

4.3 ANALISIS ESTADISTICO

Luego de obtener las lecturas de las concentraciones de los metales por absorción atómica se realizo el análisis estadístico con ayuda de gráficos de dispersión y de un software que ayude a analizar las variables implicadas en la investigación, en este caso fue el SPSS (Statistical Package for the Social Sciences), utilizando la herramienta del análisis Cluster Jerárquico que identifica grupos relativamente homogéneos de variables, basándose en las características seleccionadas.

Procedimiento:

1. Generar los gráficos de dispersión para cada una de las estaciones con los respectivos valores de Pb, Cd, V, Zn y Ca.

Los gráficos representan el comportamiento de cada metal a lo largo de todo el año para cada una de las estaciones.

2. Analizar los datos mediante SPSS utilizando el análisis clúster jerárquico para lo cual se carga previamente el archivo que contenga los datos a analizar.

Nota: Se debe verificar que la base de datos se hayan importado de EXCEL correctamente con los nombres de las variables.

Seleccionar:

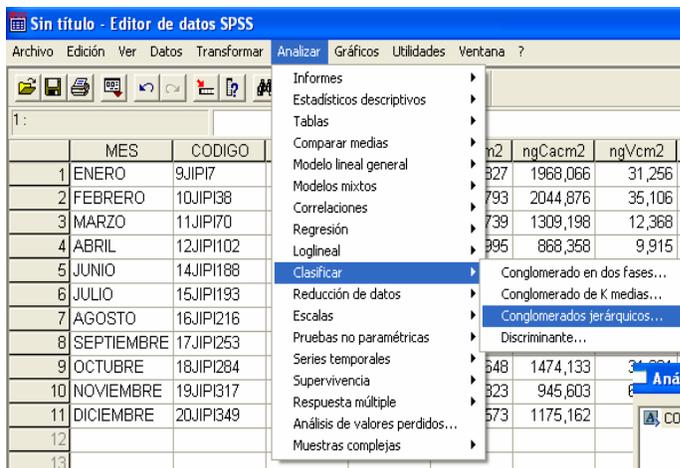
Analizar

↳ Clasificar

↳ Conglomerados jerárquicos

↳ Seleccione las variables y las especificaciones para el análisis.

Paso 1:



Paso 2:



Las especificaciones usadas en el análisis se observan en las figuras:

Paso 3:

Análisis de conglomerados jerárquico: Estadísticos

Historial de conglomeración

Matriz de distancias

Conglomerado de pertenencia

Ninguno

Solución única

Número de conglomerados:

Rango de soluciones

Número mín:

Número máx:

Paso 5:

Continuar

Cancelar

Ayuda

Paso 4:

Análisis de conglomerados jerárquico: Gráficos

Dendrograma

Témpanos

Todos los conglomerados

Rango especificado de conglomerados

Iniciar conglomerado:

Detener conglomerado:

Por:

Ninguno

Orientación

Vertical

Horizontal

Continuar

Cancelar

Ayuda

Análisis de conglomerados jerárquico: Método

Método de conglomeración: Vinculación inter-grupos

Medida

Intervalo: Distancia euclídea al cuadrado

Potencia: Raíz:

Frecuencias: Medida de Chi-cuadrado

Binaria: Distancia euclídea al cuadrado

Presente: Ausente:

Transformar valores

Estandarizar: Ninguno

Por variable

Por caso

Transformar medidas

Valores absolutos

Cambiar el signo

Cambiar escala al rango 0-1

Continuar

Cancelar

Ayuda

Al seleccionar Continuar se despliega la pantalla de resultados del análisis, el dendograma es el gráfico que permitirá analizar la correlación existente entre cada una de las variables en este caso los metales Pb, Cd, V, Ca y Zn.

4.4 GENERACIÓN DEL SIG

Para una apreciación de la concentración obtenida de los metales en cada una de las estaciones se ha elaborado un mapa mensual con dichos datos (anexos), la elaboración de estos mapas se la realizó en ArcGis 9 (software).

En la generación se ha utilizado diferentes capas como: El limite del Distrito Metropolitano de Quito (DMQ), El limite de Quito, Las vías principales, y la base

de datos con la concentración de los metales dentro de cada estación, no se presentan los datos obtenidos de Calcio (Ca) por sus altos valores ya que este metal se analizo como indicador de fuentes de origen.

Se ha realizado una interpolación de los datos obtenidos en el promedio anual para una visualización mas clara de la zona mas afectada con la presencia de metales (Pb, Cd, V, Zn) dentro del material sedimentable.

El sistema de referencia de toda la información es el WGS 84, con la proyección de la zona 17S, la escala del producto es de 1:300.000.

En base a esto se obtuvo la distribución de los metales y su comportamiento en cada estación dentro del DMQ.

CAPITULO V

CALCULOS Y RESULTADOS

5. CALCULO DE LAS CONCENTRACIONES DE METALES EN MATERIAL SEDIMENTABLE

Las concentraciones de cada metal contenidos en las muestras de material sedimentable de las estaciones de la red de depósito del DMQ expresadas en ng/cm^2 se calcularon en base a la formula (4).

Se presenta un ejemplo aplicando los valores correspondientes a la estación Pintag:

Metal: Cadmio Cd

Mes: enero

Año: 2006.

$$\frac{\left[\left(\frac{2.06 \text{ ng / ml} * (1 \text{ ppb})}{0,625882353 \text{ ppb}} \right) - 0,04 \text{ ng / ml} \right] * 25 \text{ ml}}{\pi * (12.3 / 2)^2 \text{ cm}^2} = 0,68407397 \text{ ng / cm}^2$$

Obteniendo así la concentración $C = 0.68407397 \text{ ng/cm}^2$.

5.1 CONCENTRACIONES DE CD, PB, ZN, CA, V POR ESTACIÓN DE LA RED DE DEPOSITO DEL D.M.Q DEL AÑO 2006

Tabla. 5.1 Concentraciones de Cd, Zn, Pb, Ca, V, ng/cm² Estación AMAGUAÑA

MES	CODIGO	ng Cd/cm ²	ng Zn/cm ²	ng Pb/cm ²	ng Ca/cm ²	ng V/cm ²
ENERO	9AMAG10	<0,328	81,011	9,961	1892,344	21,891
FEBRERO	10AMAG41	<0,328	<10.7805	<1.2418	-57,713	<2.5983
MARZO	11AMAG73	<0,328	41,773	9,133	1443,452	12,076
ABRIL	12AMAG105	0,563	87,396	23,164	1006,093	19,392
MAYO	13AMAG137	0,402	106,043	13,052	1044,389	21,598
JUNIO	14AMAG165	<0,328	137,754	9,061	3192,020	18,109
JULIO	15AMAG196	<0,328	96,910	12,114	2898,488	12,796
AGOSTO	16AMAG220	<0,328	82,386	6,249	1225,426	17,681
SEPTIEMBRE	17AMAG255	<0,328	150,587	15,393	2169,774	32,944
OCTUBRE	18AMAG287	0,469	142,828	25,758	2225,695	42,805
NOVIEMBRE	19AMAG320	<0,328	85,980	14,834	1360,550	11,752
DICIEMBRE	20AMAG352	<0,328	84,753	4,241	1125,333	6,214

Tabla. 5.2 Concentraciones de Cd, Zn, Pb, Ca, V, ng/cm² Estación AZUCENA

MES	CODIGO	ng Cd/cm ²	ng Zn/cm ²	ng Pb/cm ²	ng Ca/cm ²	ng V/cm ²
ENERO	9AZUC18	<0,328	87,861	6,204	1007,181	7,213
FEBRERO	10AZUC49	<0,328	116,275	12,341	2220,690	17,659
MARZO	11AZUC81	<0,328	70,060	10,526	1668,007	4,129
ABRIL	12AZUC113	<0,328	45,875	14,719	627,048	5,187
MAYO	13AZUC144	<0,328	92,005	7,811	1217,157	4,692
JUNIO	14AZUC173	<0,328	110,419	3,256	1622,530	6,470
JULIO	15AZUC210	<0,328	191,389	5,025	2865,414	15,182
AGOSTO	16AZUC231	<0,328	181,390	4,122	4608,542	14,980
SEPTIEMBRE	17AZUC263	<0,328	309,632	20,437	3159,381	34,453
OCTUBRE	18AZUC295	<0,328	124,647	9,668	1518,304	13,179
NOVIEMBRE	19AZUC328	<0,328	170,037	16,781	2513,569	40,785
DICIEMBRE	20AZUC360	<0,328	135,577	4,811	1270,467	<2.5983

Tabla. 5.3 Concentraciones de Cd, Zn, Pb, Ca, V, ng/cm² Estación BELISARIO

MES	CODIGO	ng Cd/cm ²	ng Zn/cm ²	ng Pb/cm ²	ng Ca/cm ²	ng V/cm ²
ENERO	9BELI12	<0,328	146,274	12,135	2525,319	8,069
FEBRERO	10BELI43	0,667	79,637	17,695	1805,743	8,541
MARZO	11BELI75	0,765	54,458	13,277	2451,337	11,378
JUNIO	14BELI168	<0,328	132,976	3,925	4785,008	4,354
JULIO	15BELI198	<0,328	124,774	3,179	2324,917	2,598
AGOSTO	16BELI225	<0,328	189,846	2,658	3415,704	26,754
SEPTIEMBRE	17BELI257	0,402	137,374	9,970	2055,103	14,777
OCTUBRE	18BELI289	<0,328	94,817	8,015	704,511	10,500
NOVIEMBRE	19BELI322	<0,328	127,543	17,724	2335,796	9,100
DICIEMBRE	20BELI354	<0,328	138,727	3,915	979,112	<2.5983

Tabla. 5.4 Concentraciones de Cd, Zn, Pb, Ca, V, ng/cm² Estación CALDERON

MES	CODIGO	ng Cd/cm ²	ng Zn/cm ²	ng Pb/cm ²	ng Ca/cm ²	ng V/cm ²
ENERO	9CALD24	0,355	97,417	10,196	2159,547	21,081
FEBRERO	10CALD55	0,442	316,820	13,033	2332,315	19,550
MARZO	11CALD87	0,425	33,867	5,991	1649,512	14,237
ABRIL	12CALD119	0,630	156,168	10,758	3165,038	21,869
MAYO	13CALD149	0,425	95,387	6,941	2384,972	19,460
JUNIO	14CALD179	0,358	197,541	12,848	4833,096	45,484
JULIO	15CALD204	0,334	162,891	10,531	4440,126	35,511
AGOSTO	16CALD237	<0,328	104,351	5,644	4298,691	29,838
SEPTIEMBRE	17CALD269	0,765	202,932	19,056	956,700	30,752
OCTUBRE	18CALD301	0,479	123,357	17,566	2412,606	36,681
NOVIEMBRE	19CALD334	0,476	113,104	9,574	2258,116	33,251
DICIEMBRE	20CALD366	<0,328	71,202	3,735	3093,886	<2.5983

Tabla. 5.5 Concentraciones de Cd, Zn, Pb, Ca, V, ng/cm² Estación CAMAL

MES	CODIGO	ng Cd/cm ²	ng Zn/cm ²	ng Pb/cm ²	ng Ca/cm ²	ng V/cm ²
ENERO	9CAM19	0,358	60,039	15,819	1302,453	22,476
FEBRERO	10CAM50	<0,328	36,552	8,254	1512,429	13,854
MARZO	11CAM82	2,553	27,799	11,605	1080,945	5,120
ABRIL	12CAM114	<0,328	72,766	18,612	2106,019	24,570
MAYO	13CAM145	<0,328	58,158	5,883	877,279	8,902
JUNIO	14CAM174	<0,328	128,685	3,317	1904,747	7,641

JULIO	15CAM211	0,355	172,066	4,298	2288,361	17,051
AGOSTO	16CAM232	<0,328	261,240	4,192	3006,414	20,720
SEPTIEMBRE	17CAM264	<0,328	237,392	8,324	2158,676	14,957
OCTUBRE	18CAM296	<0,328	159,804	14,368	1646,683	26,664
NOVIEMBRE	19CAM329	<0,328	109,045	8,495	1763,748	4,822
DICIEMBRE	20CAM361	<0,328	76,191	<1.2418	324,161	<2.5983

Tabla. 5.6 Concentraciones de Cd, Zn, Pb, Ca, V, ng/cm² Estación CARAPUNGO

MES	CODIGO	ng Cd/cm ²	ng Zn/cm ²	ng Pb/cm ²	ng Ca/cm ²	ng V/cm ²
ENERO	9CARA20	0,402	114,922	9,086	1978,075	22,656
FEBRERO	10CARA51	<0,328	1340,072	22,501	3313,653	26,168
MARZO	11CARA83	0,476	19,850	5,161	930,806	<2.5983
JUNIO	14CARA175	<0,328	112,660	7,417	3947,933	20,698
JULIO	15CARA212	<0,328	97,142	3,254	3721,855	13,719
AGOSTO	16CARA233	<0,328	121,856	3,270	4356,788	25,673
SEPTIEMBRE	17CARA265	0,321	162,384	9,963	4083,710	23,399
OCTUBRE	18CARA297	0,694	155,682	11,772	2480,712	24,232
NOVIEMBRE	19CARA330	0,405	131,243	7,234	2786,429	15,543
DICIEMBRE	20CARA362	0,388	138,156	3,172	4453,181	7,587

Tabla. 5.7 Concentraciones de Cd, Zn, Pb, Ca, V, ng/cm² Estación CARCELEN

MES	CODIGO	ng Cd/cm ²	ng Zn/cm ²	ng Pb/cm ²	ng Ca/cm ²	ng V/cm ²
ENERO	9CARC29	1,064	96,318	7,822	922,320	11,896
FEBRERO	10CARC60	<0,328	80,462	4,975	1203,884	5,705
MARZO	11CARC92	2,936	120,926	10,085	1340,314	6,133
ABRIL	12CARC124	0,654	113,400	16,218	1656,692	10,140
MAYO	13CARC154	<0,328	100,757	2,951	944,515	3,003
JUNIO	14CARC184	<0,328	135,978	5,618	3755,364	13,652
AGOSTO	16CARC241	<0,328	71,371	2,623	2826,465	6,380
SEPTIEMBRE	17CARC273	0,402	93,168	9,628	1294,620	29,252
OCTUBRE	18CARC306	<0,328	256,356	9,743	936,246	16,497
DICIEMBRE	20CARC375	<0,328	85,261	<1.2418	2109,718	<2.5983

Tabla.5.8 Concentraciones de Cd, Zn, Pb, Ca, V, ng/cm2 Estación CENTRO

MES	CODIGO	ng Cd/cm2	ng Zn/cm2	ng Pb/cm2	ng Ca/cm2	ng V/cm2
ENERO	9CENT15	<0,328	67,819	9,731	1443,670	12,459
FEBRERO	10CENT46	0,529	76,804	14,537	1971,765	21,441
MARZO	11CENT78	0,395	24,015	7,984	1255,888	3,184
ABRIL	12CENT110	1,175	86,741	10,894	1098,134	10,477
MAYO	13CENT142	<0,328	41,731	3,986	512,160	3,814
JUNIO	14CENT171	<0,328	67,819	3,280	2419,351	<2.5983
JULIO	15CENT201	<0,328	104,795	4,047	2221,560	5,750
AGOSTO	16CENT228	<0,328	108,685	2,846	2889,567	9,825
SEPTIEMBRE	17CENT260	0,358	160,671	9,283	1514,605	11,333
OCTUBRE	18CENT292	0,365	82,576	9,588	1004,570	6,966
NOVIEMBRE	19CENT325	<0,328	114,689	17,803	2289,667	32,487
DICIEMBRE	20CENT357	<0,328	104,372	4,565	883,589	<2.5983

Tabla. 5.9 Concentraciones de Cd, Zn, Pb, Ca, V, ng/cm2 Estación CHILIBULO

MES	CODIGO	ng Cd/cm2	ng Zn/cm2	ng Pb/cm2	ng Ca/cm2	ng V/cm2
ENERO	9CHB4	<0,328	68,158	11,772	816,788	6,988
FEBRERO	10CHB35	<0,328	107,374	8,029	2124,515	13,787
MARZO	11CHB67	<0,328	22,154	3,510	1303,541	<2.5983
ABRIL	12CHB99	<0,328	38,729	6,237	2185,223	3,769
MAYO	13CHB132	<0,328	57,376	4,771	729,316	6,943
JUNIO	14CHB159	<0,328	118,960	7,316	3230,968	16,241
JULIO	15CHB191	<0,328	103,252	3,343	3114,339	11,558
AGOSTO	16CHB219	0,368	204,941	11,514	5949,777	121,439
SEPTIEMBRE	17CHB250	<0,328	137,627	5,463	2542,508	25,560
OCTUBRE	18CHB281	0,334	115,429	7,818	1257,847	19,145
NOVIEMBRE	19CHB314	<0,328	71,096	4,874	597,238	17,679
DICIEMBRE	20CHB346	<0,328	52,555	1,861	729,752	2,925

Tabla. 5.10 Concentraciones de Cd, Zn, Pb, Ca, V, ng/cm2 Estación CHILLOGALLO

MES	CODIGO	ng Cd/cm2	Ng Zn/cm2	ng Pb/cm2	ng Ca/cm2	ng V/cm2
ENERO	9CHILLO17	<0,328	36,530	5,714	954,959	10,342
FEBRERO	10CHILLO48	<0,328	278,343	10,407	2045,964	18,402
MARZO	11CHILLO80	0,755	75,324	11,211	1660,174	4,084
ABRIL	12CHILLO112	0,398	58,412	5,161	779,798	4,557
MAYO	13CHILLO139	<0,328	97,354	7,217	1339,879	6,853
JUNIO	14CHILLO167	<0,328	118,410	6,593	2829,947	11,896
JULIO	15CHILLO203	<0,328	179,191	6,024	3826,082	10,973
AGOSTO	16CHILLO230	<0,328	160,270	4,961	3460,093	21,126
SEPTIEMBRE	17CHILLO262	<0,328	139,974	9,459	2403,250	11,265
OCTUBRE	18CHILLO294	0,341	168,811	14,527	2414,129	28,937
NOVIEMBRE	19CHILLO327	0,375	120,186	12,904	2716,799	37,879
DICIEMBRE	20CHILLO359	<0,328	138,494	8,437	2449,379	3,177

Tabla. 5.11 Concentraciones de Cd, Zn, Pb, Ca, V, ng/cm2 Estación COCHAPAMBA

MES	CODIGO	Ng Cd/cm2	Ng Zn/cm2	ng Pb/cm2	ng Ca/cm2	ng V/cm2
ENERO	9COCHAP9	<0,328	116,042	11,129	2174,343	9,352
FEBRERO	10COCHAP40	<0,328	32,662	7,663	1119,458	12,481
MARZO	11COCHAP72	0,640	32,831	7,492	1074,417	5,480
ABRIL	12COCHAP104	<0,328	44,395	7,733	1003,047	9,397
MAYO	13COCHAP136	<0,328	29,850	2,039	234,948	<2.5983
JUNIO	14COCHAP164	<0,328	68,496	6,772	2456,777	5,727
JULIO	15COCHAP195	<0,328	94,499	4,328	2857,363	5,772
AGOSTO	16COCHAP223	<0,328	167,711	3,430	3189,191	21,463
OCTUBRE	18COCHAP286	<0,328	<10.7805	<1.2418	<309.031	<2.5983
NOVIEMBRE	19COCHAP319	0,321	188,852	14,703	1869,497	4,807
DICIEMBRE	20COCHAP351	<0,328	172,722	10,393	3020,557	<2.5983

Tabla. 5.12 Concentraciones de Cd, Zn, Pb, Ca, V, ng/cm² Estación CONOCOTO

MES	CODIGO	ng Cd/cm ²	ng Zn/cm ²	ng Pb/cm ²	ng Ca/cm ²	ng V/cm ²
ENERO	9CONO27	0,358	100,250	13,455	1893,432	26,438
FEBRERO	10CONO58	<0,328	79,722	8,648	1157,102	10,230
MARZO	11CONO90	0,570	25,918	5,852	209,925	4,849
ABRIL	12CONO122	0,856	87,121	6,959	2063,589	10,568
MAYO	13CONO152	<0,328	66,551	3,359	1124,245	5,390
JUNIO	14CONO182	<0,328	98,580	4,675	2858,887	7,236
JULIO	15CONO206	<0,328	109,150	5,674	2254,634	9,307
AGOSTO	16CONO239	<0,328	53,676	3,155	2519,444	6,290
OCTUBRE	18CONO304	0,956	261,240	30,169	3620,893	97,398
NOVIEMBRE	19CONO337	<0,328	132,807	10,794	3634,601	25,682
DICIEMBRE	20CONO369	0,408	132,448	5,993	4712,550	9,593

Tabla. 5.13 Concentraciones de Cd, Zn, Pb, Ca, V, ng/cm² Estación COTOCOLLAO

MES	CODIGO	ng Cd/cm ²	ng Zn/cm ²	ng Pb/cm ²	ng Ca/cm ²	ng V/cm ²
ENERO	9COTO11	<0,328	66,043	4,607	1260,893	9,149
FEBRERO	10COTO42	13,690	1294,133	184,758	3124,349	8,451
MARZO	11COTO74	<0,328	26,615	5,196	872,709	3,319
ABRIL	12COTO106	<0,328	205,977	17,477	3219,654	35,331
MAYO	13COTO138	<0,328	15,960	1,242	69,143	<2.5983
JUNIO	14COTO166	<0,328	56,868	4,743	2833,864	3,634
JULIO	15COTO197	<0,328	92,872	3,008	2747,915	<2.5983
AGOSTO	16COTO224	<0,328	155,682	3,080	2366,477	15,047
SEPTIEMBRE	17COTO256	<0,328	45,854	3,704	1099,005	2,868
OCTUBRE	18COTO288	<0,328	51,329	2,604	-65,981	2,756
NOVIEMBRE	19COTO321	0,452	107,311	5,780	838,765	15,554
DICIEMBRE	20COTO353	0,388	53,486	<1.2418	45,426	<2.5983

Tabla. 5.14 Concentraciones de Cd, Zn, Pb, Ca, V, ng/cm² Estación CUMBAYA

MES	CODIGO	ng Cd/cm ²	ng Zn/cm ²	ng Pb/cm ²	ng Ca/cm ²	ng V/cm ²
ENERO	9CUMB26	<0,328	59,130	6,544	1367,731	30,783
FEBRERO	10CUMB57	0,392	302,507	25,254	-195,666	67,995
MARZO	11CUMB89	0,398	35,537	2,443	941,468	6,065
ABRIL	12CUMB121	0,577	88,601	9,255	5764,171	17,659
MAYO	13CUMB151	0,455	213,249	14,518	4557,843	91,318
JUNIO	14CUMB181	<0,328	213,292	7,890	7373,262	97,396
AGOSTO	16CUMB238	<0,328	178,662	2,391	4061,516	15,993
SEPTIEMBRE	17CUMB271	0,657	447,239	35,720	7520,789	109,913
OCTUBRE	18CUMB303	<0,328	166,760	3,803	924,496	30,695
NOVIEMBRE	19CUMB336	<0,328	227,456	8,603	2655,438	36,949
DICIEMBRE	20CUMB368	0,492	193,673	3,695	2018,330	10,194

Tabla. 5.15 Concentraciones de Cd, Zn, Pb, Ca, V, ng/cm² Estación ECUATORIANA

MES	CODIGO	ng Cd/cm ²	ng Zn/cm ²	ng Pb/cm ²	ng Ca/cm ²	ng V/cm ²
ENERO	9ECUA21	<0,328	89,637	8,383	1199,097	9,374
FEBRERO	10ECUA52	<0,328	208,471	10,918	1825,979	15,025
MARZO	11ECUA84	<0,328	25,283	5,866	796,335	2,983
ABRIL	12ECUA116	0,832	357,157	7,278	1883,205	13,291
MAYO	13ECUA146	<0,328	244,454	6,701	960,399	10,500
JUNIO	14ECUA176	<0,328	107,374	3,090	2220,255	7,618
JULIO	15ECUA213	0,526	270,182	4,588	-81,648	14,395
AGOSTO	16ECUA234	<0,328	107,861	1,378	3230,968	5,277
SEPTIEMBRE	17ECUA266	0,371	315,678	4,642	2866,720	7,663
OCTUBRE	18ECUA298	0,415	492,270	8,803	1993,960	17,771
NOVIEMBRE	19ECUA331	0,358	151,179	8,362	2149,538	33,208
DICIEMBRE	20ECUA363	0,529	245,849	10,477	2041,395	4,838

Tabla. 5.16 Concentraciones de Cd, Zn, Pb, Ca, V, ng/cm² Estación GONZALES SUAREZ

MES	CODIGO	ng Cd/cm ²	Ng Zn/cm ²	ng Pb/cm ²	ng Ca/cm ²	ng V/cm ²
FEBRERO	10GSUAR63	<0,328	60,061	7,564	1826,632	11,153
MARZO	11GSUAR95	<0,328	17,842	7,133	273,679	6,403
JUNIO	14GSUAR187	<0,328	98,601	3,308	1937,386	4,017
JULIO	15GSUAR209	0,334	123,103	5,623	2743,781	8,136
AGOSTO	16GSUAR244	<0,328	148,452	9,673	3791,485	17,591
SEPTIEMBRE	17GSUAR277	<0,328	87,333	8,695	1000,218	26,348
OCTUBRE	18GSUAR309	<0,328	78,940	11,145	692,326	35,583
NOVIEMBRE	19GSUAR341	<0,328	74,606	7,792	1647,554	32,145
DICIEMBRE	20GSUAR373	<0,328	112,131	2,065	882,283	5,588

Tabla. 5.17 Concentraciones de Cd, Zn, Pb, Ca, V, ng/cm² Estación GUAMANÍ

MES	CODIGO	ng Cd/cm ²	ng Zn/cm ²	ng Pb/cm ²	ng Ca/cm ²	ng V/cm ²
ENERO	9GUA13	<0,328	95,176	11,042	2152,801	18,852
FEBRERO	10GUA44	<0,328	64,923	8,760	1173,856	13,291
MARZO	11GUA76	0,519	25,579	8,123	947,996	3,161
ABRIL	12GUA108	0,398	67,249	8,699	1106,185	12,954
MAYO	13GUA140	0,482	183,969	9,403	2078,603	15,768
JUNIO	14GUA169	<0,328	129,002	5,730	<309.031	30,401
JULIO	15GUA199	0,378	247,413	6,267	3267,306	28,915
AGOSTO	16GUA226	0,328	176,929	3,423	3926,609	23,107
SEPTIEMBRE	17GUA258	<0,328	163,652	6,115	1757,002	9,014
OCTUBRE	18GUA290	<0,328	304,304	16,033	1208,018	17,659
NOVIEMBRE	19GUA323	0,355	232,276	13,580	1776,368	39,637
DICIEMBRE	20GUA355	<0,328	211,748	3,071	793,288	<2.5983

Tabla. 5.18 Concentraciones de Cd, Zn, Pb, Ca, V, ng/cm² Estación GUAYLLABAMBA

MES	CODIGO	ng Cd/cm ²	ng Zn/cm ²	ng Pb/cm ²	ng Ca/cm ²	ng V/cm ²
ENERO	9GUAY22	0,550	155,724	10,808	2576,017	53,790
FEBRERO	10GUAY53	45,676	928,962	243,854	3442,468	31,098
MARZO	11GUAY85	0,445	63,570	4,459	2688,295	2,801
ABRIL	12GUAY117	1,693	154,709	13,570	4108,516	46,204
MAYO	13GUAY147	0,385	121,856	6,258	3902,021	44,448
JUNIO	14GUAY177	<0,328	189,170	11,865	5816,828	58,788
JULIO	15GUAY214	<0,328	185,428	5,801	6536,839	40,306
AGOSTO	16GUAY235	<0,328	107,078	3,280	5284,164	25,966
SEPTIEMBRE	17GUAY267	0,402	195,850	13,598	5942,161	79,319
OCTUBRE	18GUAY299	1,128	214,560	9,895	3283,626	45,619
NOVIEMBRE	19GUAY332	0,677	169,529	10,041	3886,355	55,330
DICIEMBRE	20GUAY364	<0,328	48,687	<1.2418	1095,306	<2.5983

Tabla. 5.19 Concentraciones de Cd, Zn, Pb, Ca, V, ng/cm² Estación HIERBA BUENA

MES	CODIGO	ng Cd/cm ²	ng Zn/cm ²	ng Pb/cm ²	ng Ca/cm ²	ng V/cm ²
ENERO	9HBUE25	0,371	889,956	41,853	2672,411	155,409
FEBRERO	10HBUE56	8,130	1249,694	130,709	-151,060	75,650
MARZO	11HBUE88	0,395	319,082	14,281	4196,423	53,565
ABRIL	12HBUE120	0,738	575,651	29,865	3660,712	63,020
MAYO	13HBUE150	0,368	668,862	20,156	3836,309	67,320
JUNIO	14HBUE180	<0,328	367,453	14,806	4643,139	66,982
JULIO	15HBUE205	0,583	702,899	25,739	7181,564	180,263
SEPTIEMBRE	17HBUE270	0,661	735,647	30,449	4070,655	81,187
OCTUBRE	18HBUE302	<0,328	371,977	14,105	2187,181	133,314
NOVIEMBRE	19HBUE335	0,361	115,070	3,418	2318,606	32,355
DICIEMBRE	20HBUE367	<0,328	372,146	11,314	3615,888	22,195

Tabla. 5.20 Concentraciones de Cd, Zn, Pb, Ca, V, ng/cm2 Estación ITCHIMBIA

MES	CODIGO	ng Cd/cm2	ng Zn/cm2	ng Pb/cm2	ng Ca/cm2	ng V/cm2
ABRIL	12ITCHI128	0,331	97,628	95,614	851,821	9,802
MAYO	13ITCHI156	<0,328	138,283	17,421	1290,486	10,320
AGOSTO	16ITCHI245	<0,328	135,915	21,556	3567,583	19,392
SEPTIEMBRE	17ITCHI276	<0,328	197,224	292,411	2447,856	30,738
OCTUBRE	18ITCHI310	<0,328	95,239	47,090	743,025	32,451
NOVIEMBRE	19ITCHI342	<0,328	96,677	33,727	1216,287	12,429
DICIEMBRE	20ITCHI374	<0,328	359,631	4,253	1717,400	5,475

Tabla. 5.21 Concentraciones de Cd, Zn, Pb, Ca, V, ng/cm2 Estación JIPIJAPA

MES	CODIGO	Ng Cd/cm2	ng Zn/cm2	ng Pb/cm2	ng Ca/cm2	ng V/cm2
ENERO	9JIP17	<0,328	126,317	2,827	1968,066	31,256
FEBRERO	10JIP18	<0,328	119,996	11,793	2044,876	35,106
MARZO	11JIP170	<0,328	45,515	6,739	1309,198	12,368
ABRIL	12JIP1102	<0,328	68,327	8,995	868,358	9,915
JUNIO	14JIP1188	<0,328	160,544	5,184	2299,241	10,095
JULIO	15JIP1193	<0,328	179,127	6,375	3341,940	12,661
AGOSTO	16JIP1216	<0,328	263,248	4,917	3248,158	33,079
SEPTIEMBRE	17JIP1253	<0,328	545,821	15,074	3290,153	34,250
OCTUBRE	18JIP1284	<0,328	227,731	10,648	1474,133	31,391
NOVIEMBRE	19JIP1317	<0,328	183,842	17,323	945,603	69,684
DICIEMBRE	20JIP1349	<0,328	208,725	5,573	1175,162	4,098

Tabla. 5.22 Concentraciones de Cd, Zn, Pb, Ca, V, ng/cm2 Estación KENNEDY

MES	CODIGO	ng Cd/cm2	ng Zn/cm2	ng Pb/cm2	ng Ca/cm2	ng V/cm2
ENERO	9KENE28	0,375	99,320	14,103	1886,904	20,495
FEBRERO	10KENE59	<0,328	109,446	16,068	2229,394	18,964
MARZO	11KENE91	0,664	69,426	11,258	3240,542	6,831
ABRIL	12KENE123	0,422	96,508	24,846	1841,863	12,594
MAYO	13KENE153	<0,328	85,155	8,378	1859,270	9,892
JUNIO	14KENE183	<0,328	108,030	5,904	2719,410	10,613
JULIO	15KENE207	<0,328	56,868	1,659	-87,958	<2.5983
AGOSTO	16KENE240	0,415	230,670	9,077	4900,114	48,748
SEPTIEMBRE	17KENE272	0,607	161,665	23,232	5588,140	61,017
OCTUBRE	18KENE305	0,358	129,509	7,926	758,909	34,347
NOVIEMBRE	19KENE338	0,476	186,421	22,494	3286,672	39,160
DICIEMBRE	20KENE370	<0,328	82,195	3,019	693,631	<2.5983

Tabla. 5.23 Concentraciones de Cd, Zn, Pb, Ca, V, ng/cm² Estación LOS CHILLOS

MES	CODIGO	ng Cd/cm ²	Ng Zn/cm ²	ng Pb/cm ²	ng Ca/cm ²	ng V/cm ²
ENERO	9LCHIL14	<0,328	73,527	10,418	2051,186	33,755
FEBRERO	10LCHIL45	<0,328	278,110	13,275	688,192	19,257
MARZO	11LCHIL77	0,378	39,342	10,730	1671,489	9,127
ABRIL	12LCHIL109	<0,328	139,382	12,986	1853,613	20,653
MAYO	13LCHIL141	0,419	42,344	3,678	633,576	7,708
JUNIO	14LCHIL170	<0,328	212,678	3,148	2485,934	8,091
JULIO	15LCHILL200	<0,328	177,605	4,785	3085,617	18,672
AGOSTO	16LCHILL227	<0,328	204,433	4,476	3712,281	27,542
SEPTIEMBRE	17LCHILL259	0,993	271,599	6,849	2992,270	13,381
OCTUBRE	18LCHILL291	0,872	79,151	14,415	470,165	16,893
NOVIEMBRE	19LCHILL324	0,556	81,772	11,500	1600,771	47,557
DICIEMBRE	20LCHILL356	<0,328	130,376	1,999	497,581	<2.5983

Tabla. 5.24 Concentraciones de Cd, Zn, Pb, Ca, V, ng/cm² Estación NANEGALITO

MES	CODIGO	ng Cd/cm ²	ng Zn/cm ²	ng Pb/cm ²	ng Ca/cm ²	ng V/cm ²
ENERO	9NA2	<0,328	57,862	5,548	581,354	<2.5983
FEBRERO	10NA33	<0,328	82,935	6,218	1783,766	12,188
MARZO	11NA65	<0,328	28,349	4,152	1139,042	5,502
ABRIL	12NA97	0,442	52,809	1,418	572,433	<2.5983
MAYO	13NA130	<0,328	55,156	2,874	1058,533	8,857
JUNIO	14NA158	<0,328	171,453	4,286	3113,034	22,071
JULIO	15NA190	<0,328	214,475	4,140	2902,840	21,643
AGOSTO	16NA217	<0,328	155,048	3,172	2376,921	27,902
SEPTIEMBRE	17NA248	0,546	196,210	1,934	2398,027	18,289
OCTUBRE	18NA279	<0,328	225,786	8,934	3304,297	75,469
NOVIEMBRE	19NA312	<0,328	85,240	5,383	965,621	25,263
DICIEMBRE	20NA344	<0,328	101,962	3,519	1518,086	10,831

Tabla. 5.25 Concentraciones de Cd, Zn, Pb, Ca, V, ng/cm2 Estación PINTAG

MES	CODIGO	ng Cd/cm2	ng Zn/cm2	ng Pb/cm2	ng Ca/cm2	ng V/cm2
ENERO	9P1	0,684	85,388	15,139	1856,877	8,474
FEBRERO	10P32	<0,328	53,718	7,682	1925,201	13,539
MARZO	11P64	<0,328	49,427	9,745	1635,368	7,393
ABRIL	12P96	0,661	81,265	9,530	1644,507	9,577
MAYO	13P129	0,674	146,338	19,372	3898,322	42,129
JUNIO	14P157	<0,328	98,580	6,418	3253,816	14,440
JULIO	15P189	<0,328	107,015	5,480	3401,343	10,027
SEPTIEMBRE	17P247	0,503	221,854	13,577	4430,769	48,725
OCTUBRE	18P278	0,694	195,258	27,808	3338,894	15,137
NOVIEMBRE	19P311	0,543	148,325	10,243	1680,845	51,917
DICIEMBRE	20P343	<0,328	93,146	3,528	1727,410	8,528

Tabla. 5.26 Concentraciones de Cd, Zn, Pb, Ca, V, ng/cm2 Estación POMASQUI

MES	CODIGO	ng Cd/cm2	ng Zn/cm2	ng Pb/cm2	ng Ca/cm2	ng V/cm2
ENERO	9PO5	<0,328	58,412	6,802	904,043	<2.5983
FEBRERO	10PO36	<0,328	57,714	4,792	1879,506	10,185
MARZO	11PO68	<0,328	54,458	5,041	2080,996	6,268
ABRIL	12PO100	0,882	71,054	7,084	1031,987	<2.5983
MAYO	13PO133	<0,328	50,632	1,852	681,229	4,489
JUNIO	14PO161	<0,328	55,663	2,792	2129,084	7,641
AGOSTO	16PO246	0,324	50,251	1,347	2202,630	6,876
SEPTIEMBRE	17PO251	0,795	47,566	1,582	1334,874	10,950
OCTUBRE	18PO282	0,650	73,379	3,172	1580,535	20,113
NOVIEMBRE	19PO315	0,429	73,950	4,211	1047,653	27,771
DICIEMBRE	20PO347	<0,328	37,630	<1.2418	667,520	<2.5983

Tabla. 5.27 Concentraciones de Cd, Zn, Pb, Ca, V, ng/cm2 Estación LA ROLDÓS

MES	CODIGO	ng Cd/cm2	ng Zn/cm2	ng Pb/cm2	ng Ca/cm2	ng V/cm2
ENERO	9ROLD6	<0,328	114,351	8,040	2028,774	8,609
FEBRERO	10ROLD37	0,523	251,155	16,000	2490,504	30,896
MARZO	11ROLD69	<0,328	72,069	5,076	1784,419	2,846
ABRIL	12ROLD101	0,435	116,233	3,073	2589,508	<2.5983
MAYO	13ROLD134	0,492	169,487	8,334	2963,766	13,201
JUNIO	14ROLD162	0,408	185,258	12,735	5209,095	40,216
JULIO	15ROLD192	0,479	254,453	13,179	6337,308	43,412
AGOSTO	16ROLD221	1,084	338,130	9,551	7293,188	87,851
SEPTIEMBRE	17ROLD252	0,782	372,527	25,538	3755,582	88,594
OCTUBRE	18ROLD283	0,600	352,273	13,373	4075,659	55,974
NOVIEMBRE	19ROLD316	0,832	295,065	17,658	2905,669	67,806
DICIEMBRE	20ROLD348	<0,328	129,467	3,728	3630,684	9,221

Tabla. 5.28 Concentraciones de Cd, Zn, Pb, Ca, V, ng/cm2 Estación SAN JUAN

MES	CODIGO	ng Cd/cm2	ng Zn/cm2	ng Pb/cm2	ng Ca/cm2	ng V/cm2
ENERO	9SANJ23	0,398	221,685	8,268	1350,758	11,220
FEBRERO	10SANJ54	0,825	140,904	13,817	2332,315	18,379
MARZO	11SANJ86	0,459	182,404	7,065	1079,639	<2.5983
ABRIL	12SANJ118	<0,328	40,568	<1.2418	-97,750	<2.5983
MAYO	13SANJ148	<0,328	142,934	3,273	528,262	4,489
JUNIO	14SANJ178	<0,328	178,324	4,919	3836,526	11,243
JULIO	15SANJ215	0,345	273,332	10,770	6772,491	37,649
AGOSTO	16SANJ236	<0,328	417,409	4,631	4669,685	11,738
OCTUBRE	18SANJ300	0,422	596,306	11,680	1336,615	14,259
NOVIEMBRE	19SANJ333	<0,328	391,638	12,189	2227,435	18,701
DICIEMBRE	20SANJ365	<0,328	52,217	3,592	662,733	<2.5983

Tabla. 5.29 Concentraciones de Cd, Zn, Pb, Ca, V, ng/cm² Estación SAN ANTONIO DE PICHINCHA

MES	CODIGO	ng Cd/cm ²	ng Zn/cm ²	ng Pb/cm ²	ng Ca/cm ²	ng V/cm ²
ENERO	9SAP3	0,634	129,488	16,786	2096,228	5,953
FEBRERO	10SAP34	<0,328	96,910	4,818	2161,505	13,697
MARZO	11SAP66	<0,328	63,866	6,783	<-309.031	5,390
ABRIL	12SAP98	0,613	96,529	7,675	1854,918	7,461
MAYO	13SAP131	0,573	166,147	10,859	4717,120	58,811
JUNIO	14SAP160	0,899	565,757	57,202	6117,540	119,435
AGOSTO	16SAP218	<0,328	100,102	3,033	2916,113	15,903
SEPTIEMBRE	17SAP249	0,331	577,934	18,877	6420,210	94,605
OCTUBRE	18SAP280	0,321	241,874	24,625	5081,151	51,967
NOVIEMBRE	19SAP313	<0,328	209,909	19,546	3338,894	140,405
DICIEMBRE	20SAP345	0,321	156,633	12,086	4997,378	15,574

Tabla. 5.30 Concentraciones de Cd, Zn, Pb, Ca, V, ng/cm² Estación SANTA FE

MES	CODIGO	ng Cd/cm ²	ng Zn/cm ²	ng Pb/cm ²	ng Ca/cm ²	ng V/cm ²
ENERO	9SFE30	0,590	110,926	10,390	2326,875	64,529
FEBRERO	10SFE61	<0,328	226,505	15,397	2619,536	68,086
MARZO	11SFE93	0,879	220,437	15,303	5740,454	56,942
ABRIL	12SFE125	0,540	167,711	7,597	4123,747	41,611
MAYO	13SFE155	0,570	251,346	12,714	4355,700	89,449
JUNIO	14SFE185	0,519	271,493	10,198	6034,203	119,188
AGOSTO	16SFE242	0,829	282,994	12,341	7267,077	95,820
SEPTIEMBRE	17SFE274	0,842	331,280	25,859	5529,390	9,419
OCTUBRE	18SFE307	0,536	257,751	18,298	3116,733	111,786
NOVIEMBRE	19SFE339	0,358	362,358	17,036	3533,639	67,552
DICIEMBRE	20SFE371	<0,328	117,142	3,824	2743,563	11,729

Tabla. 5.31 Concentraciones de Cd, Zn, Pb, Ca, V, ng/cm² Estación SAN ISIDRO DEL INCA

MES	CODIGO	ng Cd/cm ²	ng Zn/cm ²	ng Pb/cm ²	ng Ca/cm ²	ng V/cm ²
ENERO	9SII31	<0,328	127,226	10,904	2223,301	17,906
FEBRERO	10SII62	<0,328	46,298	4,211	1849,914	6,223
MARZO	11SII94	<0,328	36,700	8,594	646,632	7,573
JUNIO	14SII186	<0,328	259,887	19,848	6027,892	21,531
JULIO	15SII208	0,563	347,178	25,003	6371,905	51,517
AGOSTO	16SII243	0,432	285,383	21,293	5374,029	45,011
SEPTIEMBRE	17SII275	<0,328	172,679	19,332	3427,236	111,151
OCTUBRE	18SII308	<0,328	112,596	10,892	2614,531	39,090
NOVIEMBRE	19SII340	<0,328	156,993	11,903	2633,897	33,480
DICIEMBRE	20SII372	<0,328	177,056	5,472	2692,647	14,473

Tabla. 5.32 Concentraciones de Cd, Zn, Pb, Ca, V, ng/cm² Estación TUMBACO

MES	CODIGO	ng Cd/cm ²	ng Zn/cm ²	ng Pb/cm ²	ng Ca/cm ²	ng V/cm ²
ENERO	9TUMB16	0,398	225,342	10,484	2153,672	19,527
FEBRERO	10TUMB47	<0,328	117,797	10,946	2009,626	12,504
MARZO	11TUMB79	1,168	84,923	7,086	1488,059	3,049
ABRIL	12TUMB111	<0,328	227,837	9,349	436,003	5,908
MAYO	13TUMB143	0,358	115,197	5,053	1256,324	7,551
JUNIO	14TUMB172	<0,328	189,719	11,736	4207,738	27,654
JULIO	15TUMB202	<0,328	101,687	4,532	2490,504	12,841
AGOSTO	16TUMB229	<0,328	139,657	3,158	3402,213	21,576
SEPTIEMBRE	17TUMB261	<0,328	329,462	10,048	2236,792	16,601
OCTUBRE	18TUMB293	<0,328	80,863	5,182	585,271	5,705
NOVIEMBRE	19TUMB326	0,371	181,199	9,054	2301,199	32,857
DICIEMBRE	20TUMB358	<0,328	124,541	2,855	1373,170	<2.5983

Tabla. 5.33 Concentraciones de Cd, Zn, Pb, Ca, V, ng/cm² Estación YARUQUI

MES	CODIGO	ng Cd/cm ²	ng Zn/cm ²	ng Pb/cm ²	ng Ca/cm ²	ng V/cm ²
ENERO	9YARU8	<0,328	23,296	7,860	499,104	3,611
FEBRERO	10YARU39	0,355	49,300	3,800	1891,909	13,291
MARZO	11YARU71	<0,328	18,666	3,022	1074,852	8,564
ABRIL	12YARU103	0,798	49,807	7,710	1027,200	2,981
MAYO	13YARU135	<0,328	22,324	2,335	556,331	3,161
JUNIO	14YARU163	<0,328	18,307	2,389	1601,859	6,425
JULIO	15YARU194	<0,328	21,478	<1.2418	880,108	<2.5983
AGOSTO	16YARU222	<0,328	81,540	2,264	4110,692	18,312
SEPTIEMBRE	17YARU254	<0,328	124,478	10,151	5778,315	39,518
OCTUBRE	18YARU285	<0,328	<10.7805	1,242	<-309.031	<2.5983
NOVIEMBRE	19YARU318	0,432	79,066	3,139	1822,062	11,299
DICIEMBRE	20YARU350	<0,328	52,851	<1.2418	842,682	<2.5983

5.2 CALCULO DE CONCENTRACIONES PROMEDIO

Se realizó el cálculo del promedio anual para cada estación en el año 2006, los cuales se presentan a continuación en la tabla. 5.34. Los datos obtenidos en el promedio anual han sido utilizados para realizar el análisis estadístico y comparativo con los resultados presentados por la Ing. Norma Paredes en su tesis sobre PM10 realizada en el 2008 con muestras del año 2006, debido a que no existen estudios anteriores de material particulado sedimentable con los que se pueda realizar un análisis multitemporal.

Tabla. 5.34 Promedio anual de cada estación de las muestras de la Red de Depósito del año 2006 del DMQ.

ESTACIÓN	ng Cd/cm ²	ng Zn/cm ²	ng Pb/cm ²	ng Ca/cm ²	ng V/cm ²
AMAGUAÑA	0.366	92.317	12.017	1627.154	18.321
AZUCENA	0.328	136.264	9.642	2024.858	13.877
BELISARIO	0.413	122.643	9.249	2338.255	9.867
CALDERON	0.445	139.586	10.489	2832.05	25.859
CAMAL	0.518	116.645	8.701	1664.326	14.115
CARAPUNGO	0.4	239.397	8.283	3205.314	18.227
CARCELEN	0.702	115.4	7.09	1699.014	10.526
CENTRO	0.427	86.726	8.212	1625.377	10.244
CHILIBULO	0.332	91.471	6.376	2048.484	20.719
CHILLOGALLO	0.374	130.942	8.551	2240.038	14.124
COCHAPAMBA	0.356	87.167	6.993	1724.427	7.479
CONOCOTO	0.465	104.315	8.976	2368.118	19.362
COTOCOLLAO	1.457	181.011	19.787	1534.352	8.659
CUMBAYA	0.419	193.282	10.92	3362.671	46.815
LA ECUATORIANA	0.417	217.95	6.707	1757.184	11.829
GONZALES SUAREZ	0.329	89.008	7	1643.927	16.329
GUAMANI	0.369	158.518	8.354	1656.583	17.946
GUAYLLABAMBA	4.356	211.26	27.889	4046.883	40.522
HIERBA BUENA	1.145	578.949	30.609	3475.621	84.66
ITCHIMBIA	0.328	160.085	73.153	1690.637	17.23
JIPIJAPA	0.328	193.563	8.677	1996.808	25.809
KENNEDY	0.413	117.934	12.33	2409.741	22.321
LOS CHILLOS	0.46	144.193	8.188	1811.89	18.77
NANEGALITO	0.356	118.94	4.298	1809.496	19.434
PINTAG	0.491	116.392	11.684	2,617.577	20.899
POMASQUI	0.459	57.337	3.629	1412.732	9.281
LA ROLDOS	0.552	220.872	11.357	3755.346	37.602
SANJUAN	0.402	239.793	7.404	2245.337	12.316
SAN ANTONIO DE PICHINCHA	0.455	218.65	16.572	3581.093	48.109
SANTA FE	0.599	248.28	14.513	4464.735	66.919
EL INCA	0.362	172.2	13.745	3386.198	34.796

TUMBACO	0.41	159.852	7.457	1995.048	14.031
YARUQUI	0.378	45.991	3.866	1648.007	9.58

5.3 ANÁLISIS POR ESTACION

5.3.1 ANALISIS ESTADISTICO Y DE RESULTADOS

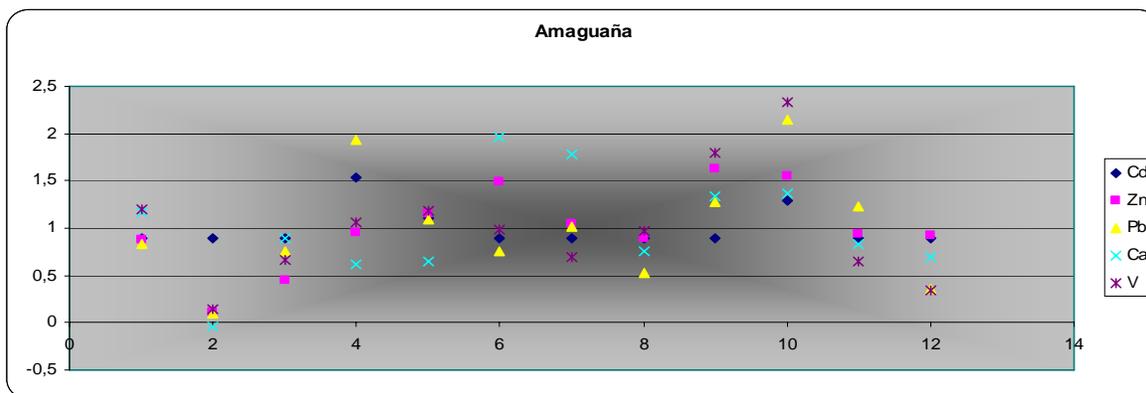


Figura. 5.1 Dispersión Mensual de Datos en la Estación Amaguaña

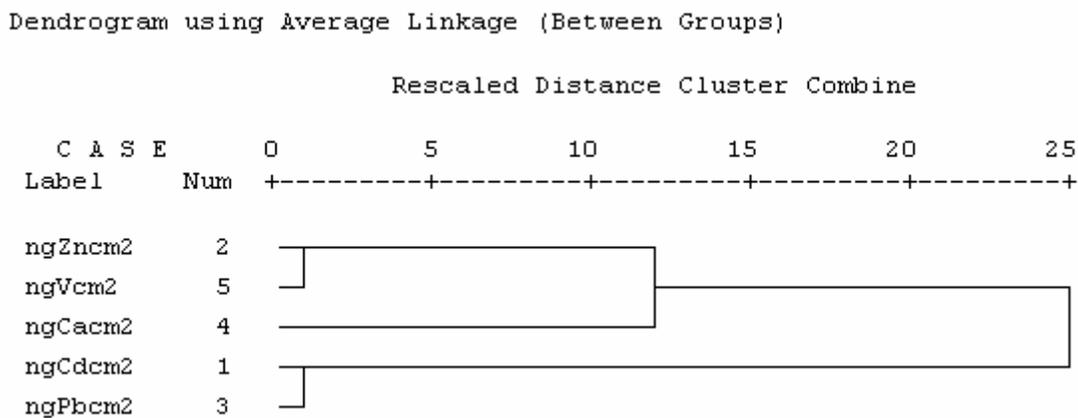


Figura. 5.2 Dendrograma de la Estación Amaguaña

Estación Amaguaña presenta una correlación fuerte entre los metales Pb-Cd; Zn-V por lo que probablemente tienen un mismo origen, el Ca se correlaciona también

con el V y el Zn a un nivel mas bajo, las variables Zn, V y Ca tienen muy poca correlación con Cd y Pb.

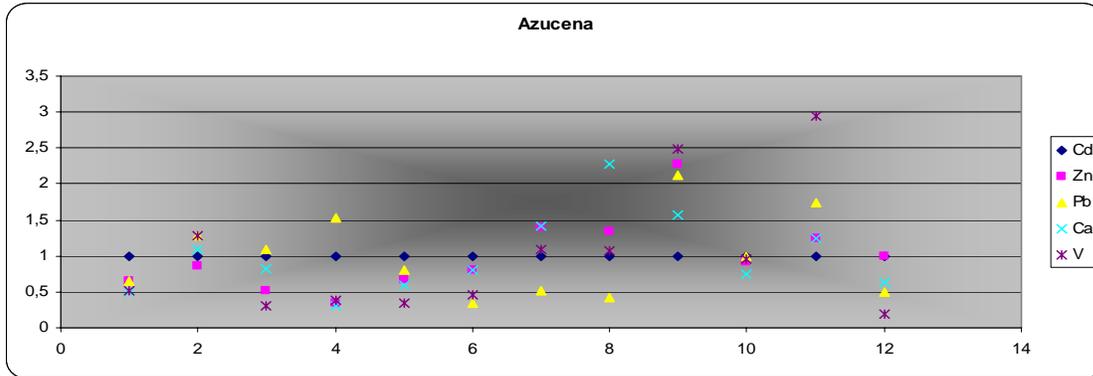


Figura. 5.3 Dispersión Mensual de Datos en la Estación Azucena

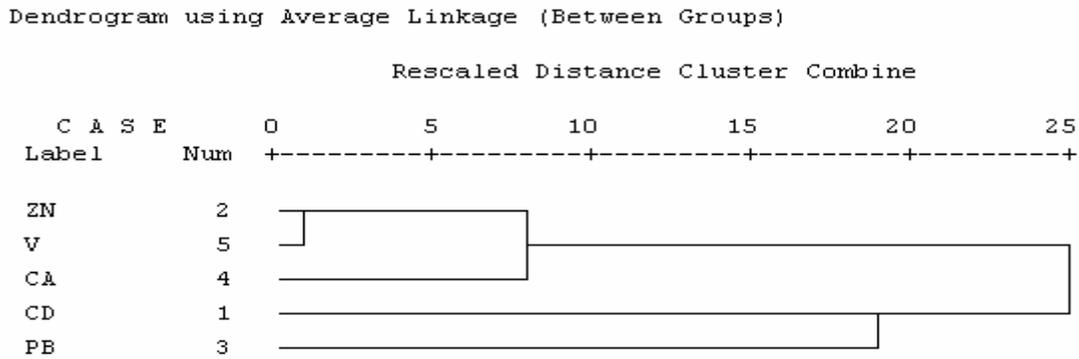


Figura. 5.4 Dendrograma de la Estación Azucena

Estación Azucena presenta una correlación fuerte entre los metales V y Zn y estas variables tienen también una relación con el Ca.

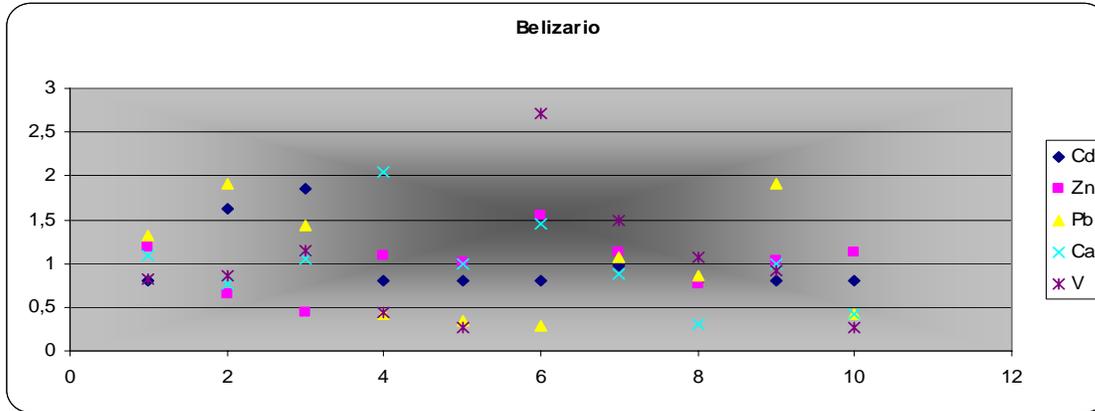


Figura. 5.5 Dispersión Mensual de Datos en la Estación Belizario

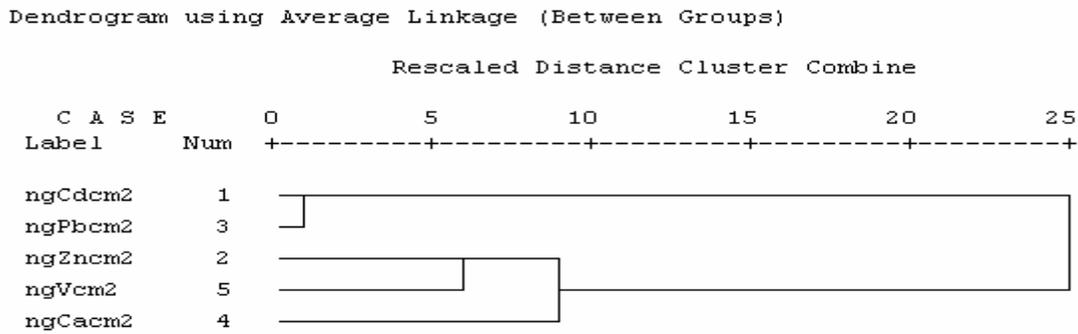


Figura. 5.6 Dendrograma de la Estación Belizario

Estación Belizario presenta una fuerte correlación entre los metales Pb y Cd; V y Zn estos últimos se relacionan con el Ca pero en menor cantidad, mientras que el Pb y Cd no tienen ninguna relación con el Ca.

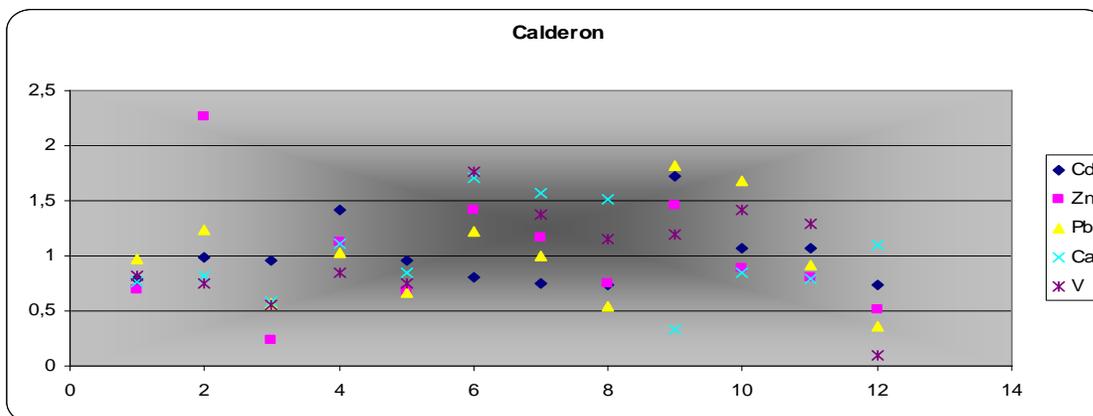


Figura. 5.7 Dispersión Mensual de Datos en la Estación Calderón

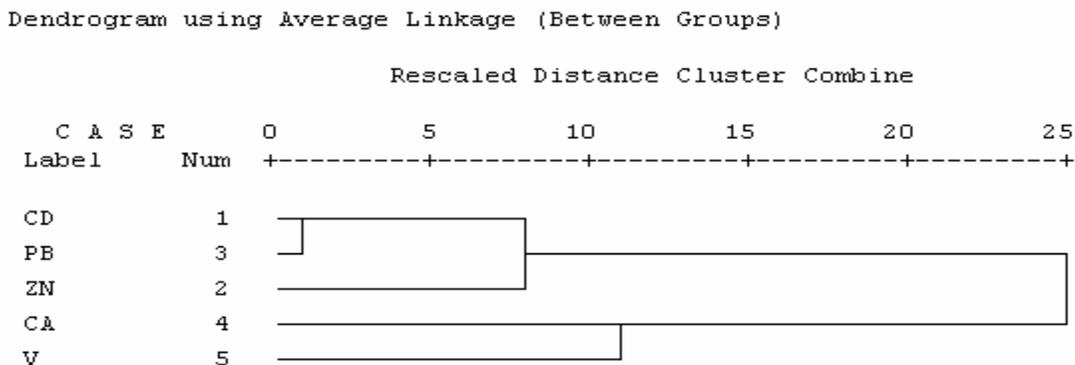


Figura. 5.8 Dendrograma de la Estación Calderón

Estación Calderón presenta una correlación muy fuerte entre los metales Cd – Pb y Ca –V, el Cd y Pb están relacionados débilmente con el Zn.

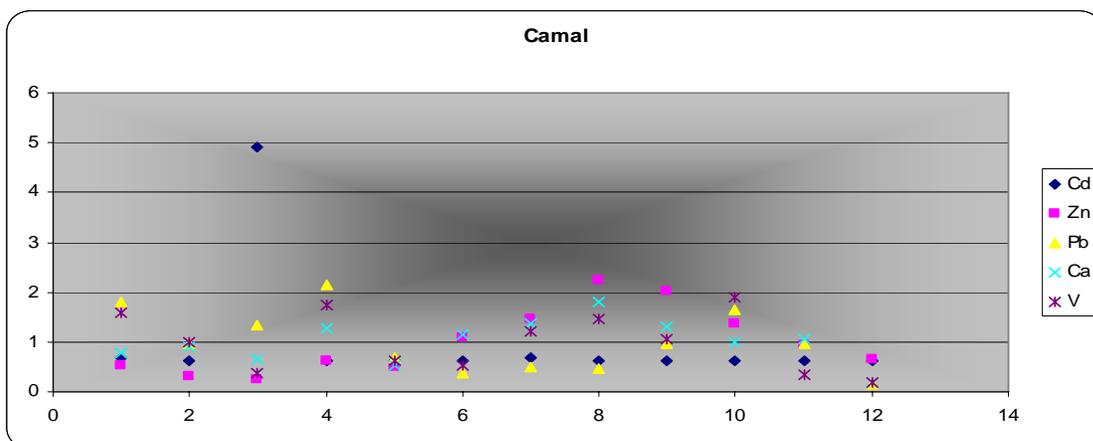


Figura. 5.9 Dispersión Mensual de Datos en la Estación Camal

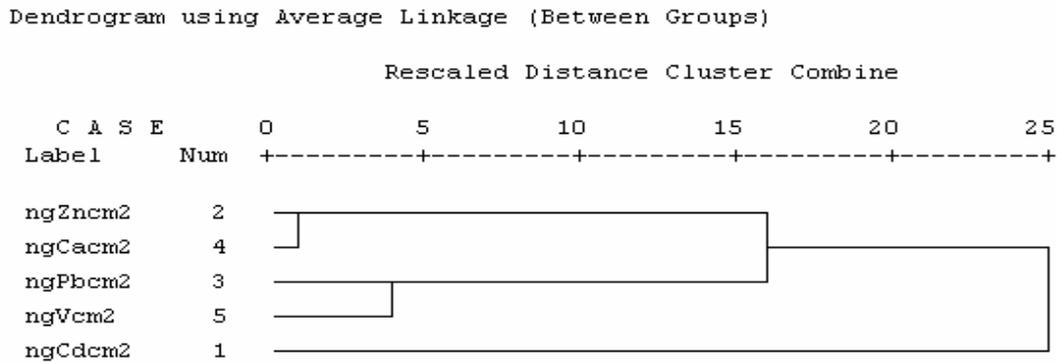


Figura. 5.10 Dendrograma de la Estación Camal

Estación Camal presenta una correlación fuerte entre los metales Ca –Zn, también existe una correlación entre Pb –V que puede ser considerada alta.

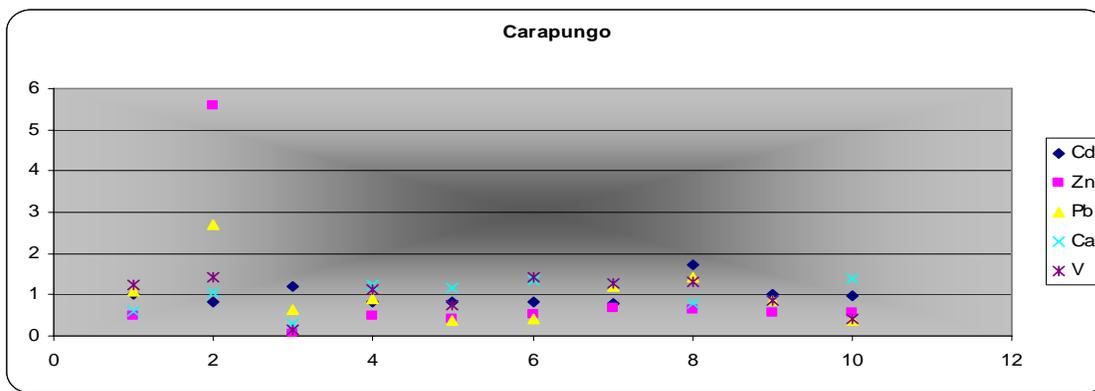


Figura. 5.11 Dispersión Mensual de Datos en la Estación Carapungo

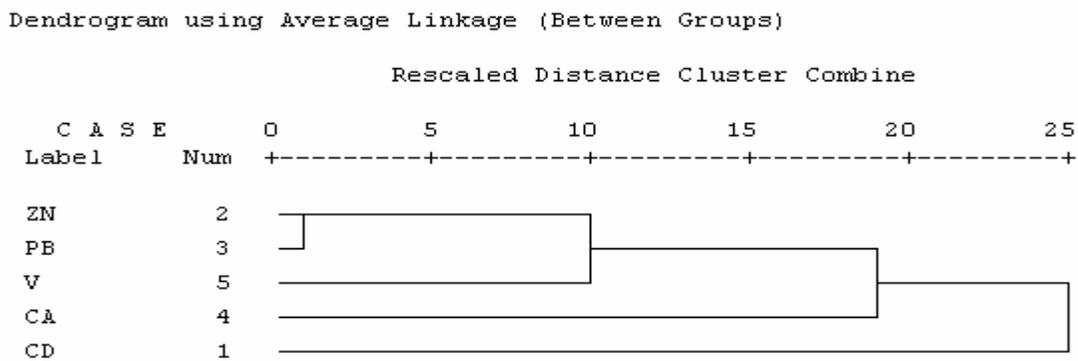


Figura. 5.12 Dendrograma de la Estación Carapungo

Estación Carapungo presenta una fuerte correlación entre los metales Pb-Zn y estos tienen una relación con el V.

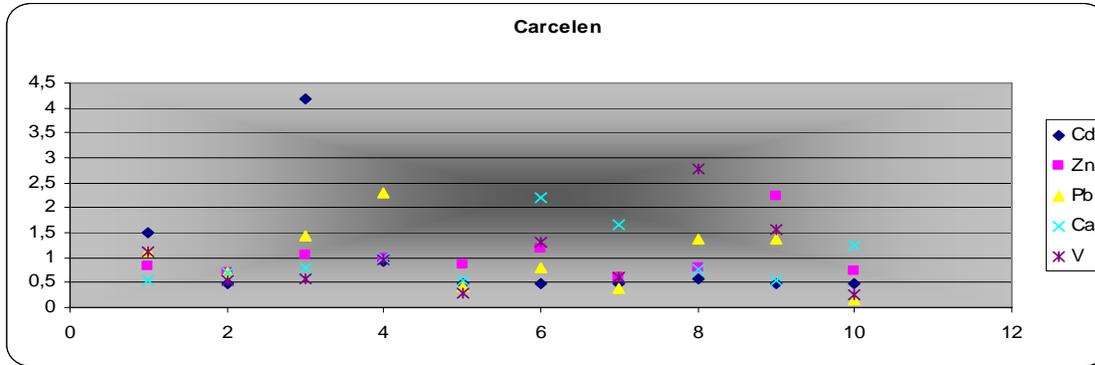


Figura. 5.13 Dispersión Mensual de Datos en la Estación Carcelén

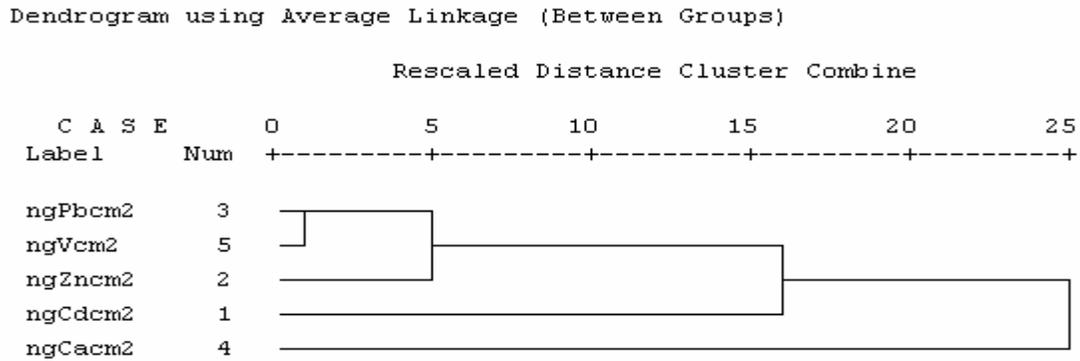


Figura. 5.14 Dendrograma de la Estación Carcelén

Estación Carcelén presenta una fuerte correlación entre los metales Pb-V y estos tienen una relación considerada alta con el Zn.

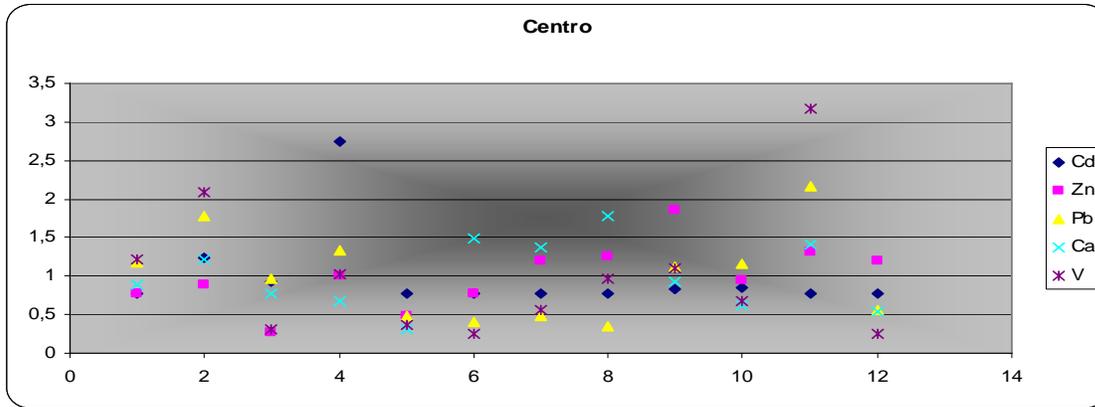


Figura. 5.15 Dispersión Mensual de Datos en la Estación Centro

Dendrogram using Average Linkage (Between Groups)

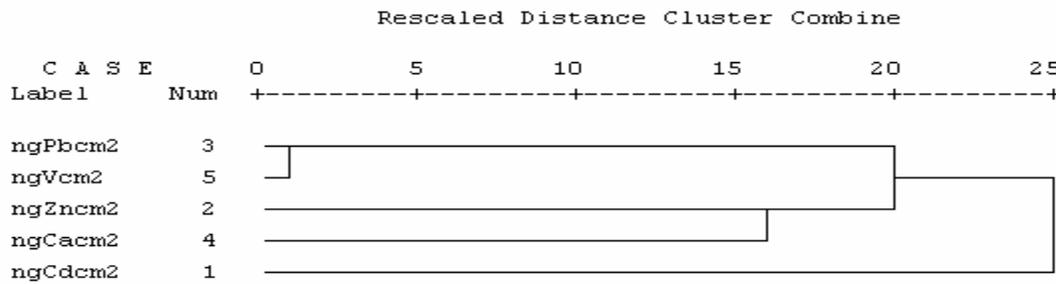


Figura. 5.16 Dendrograma de la Estación Centro

Estación Centro presenta una correlación fuerte entre los metales Pb-V y no presenta correlación entre los demás metales.

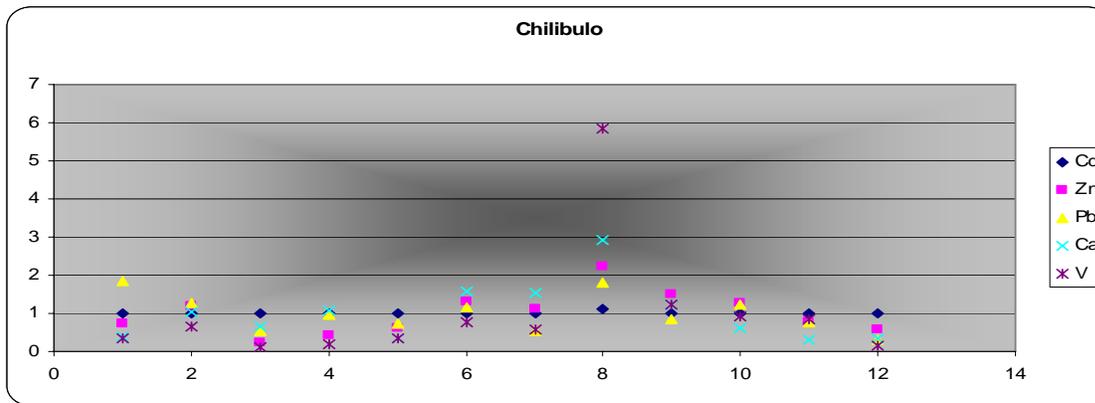


Figura. 5.17 Dispersión Mensual de Datos en la Estación Chilibulo

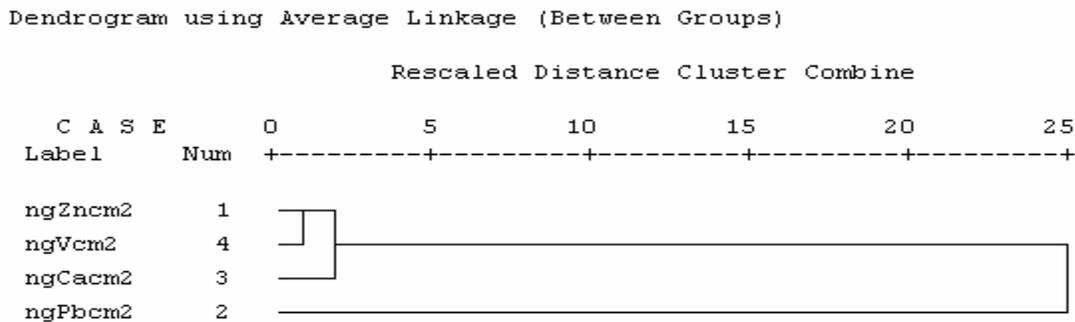


Figura. 5.18 Dendrograma de la Estación Chilibulo

Estación Chilibulo presenta una correlación fuerte entre los metales V – Zn y estos tienen también una relación alta con el Ca.

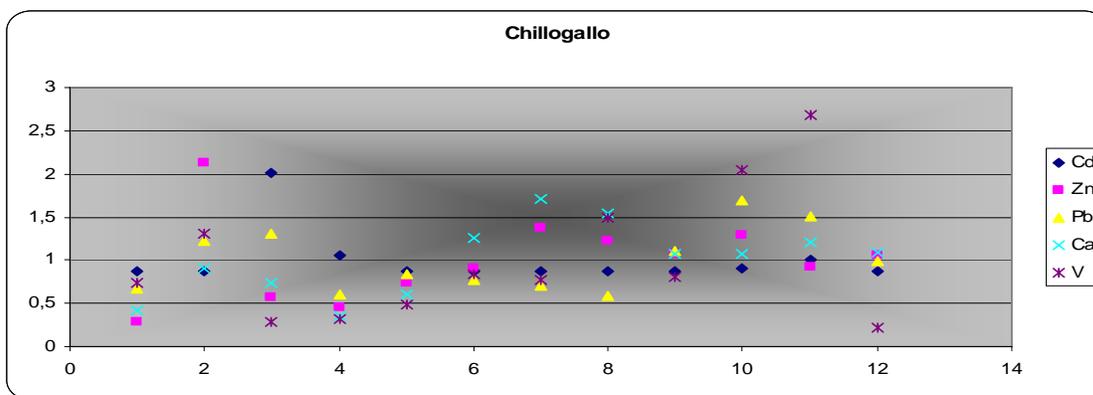


Figura. 5.19 Dispersión Mensual de Datos en la Estación Chillogallo

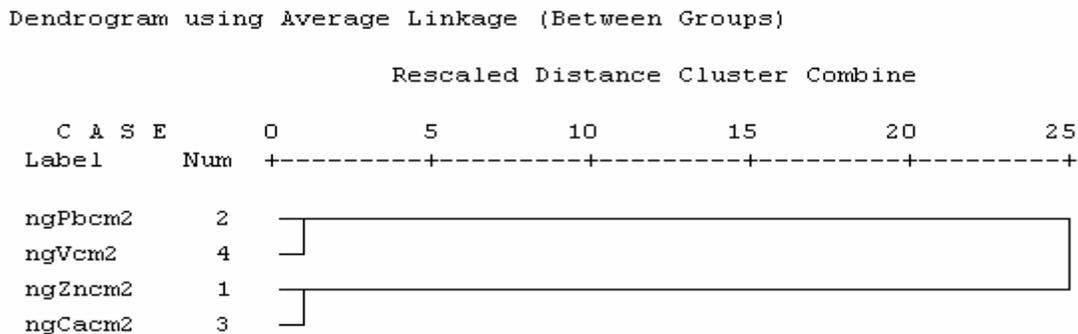


Figura. 5.20 Dendrograma de la Estación Chillogallo

Estación Chillogallo presenta una correlación entre los metales Pb- V y Zn – Ca considerada muy fuerte.

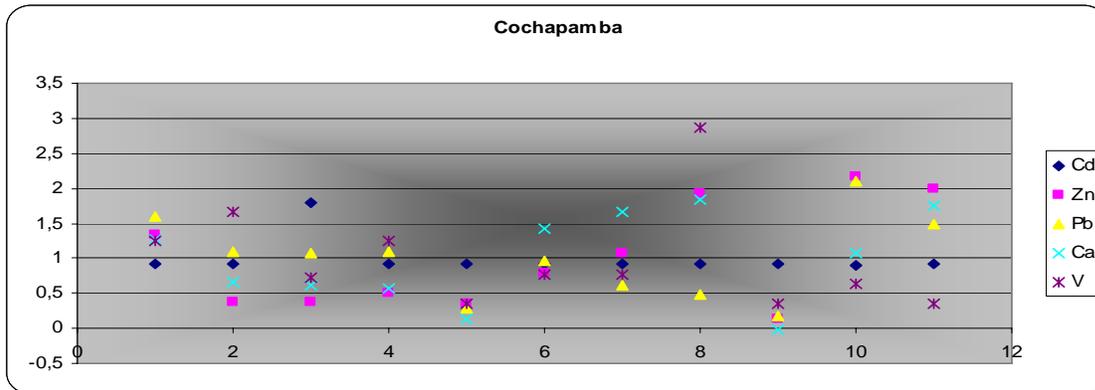


Figura. 5.21 Dispersión Mensual de Datos en la Estación Cochapamba

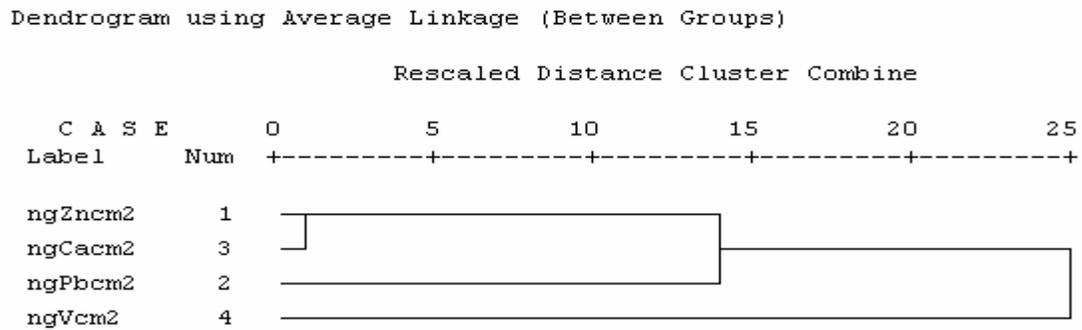


Figura. 5.22 Dendrograma de la Estación Cochapamba

Estación Cochapamba presenta una correlación fuerte entre los metales Zn - Ca.

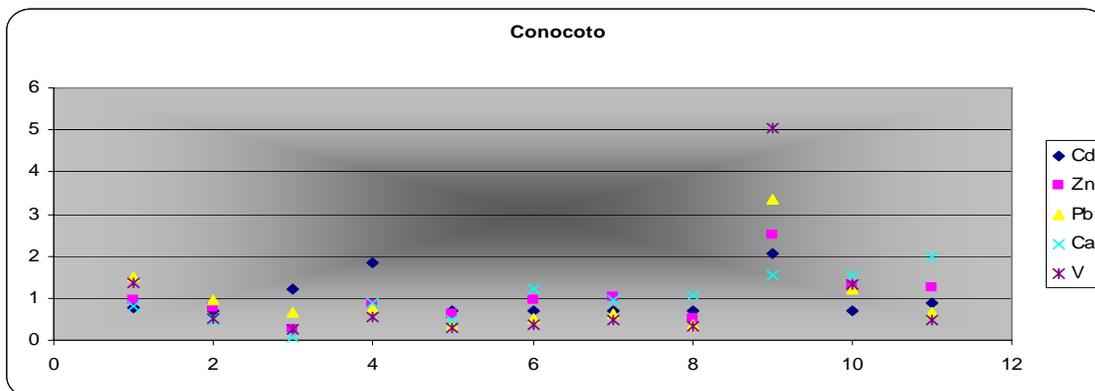


Figura. 5.23 Dispersión Mensual de Datos en la Estación Conocoto

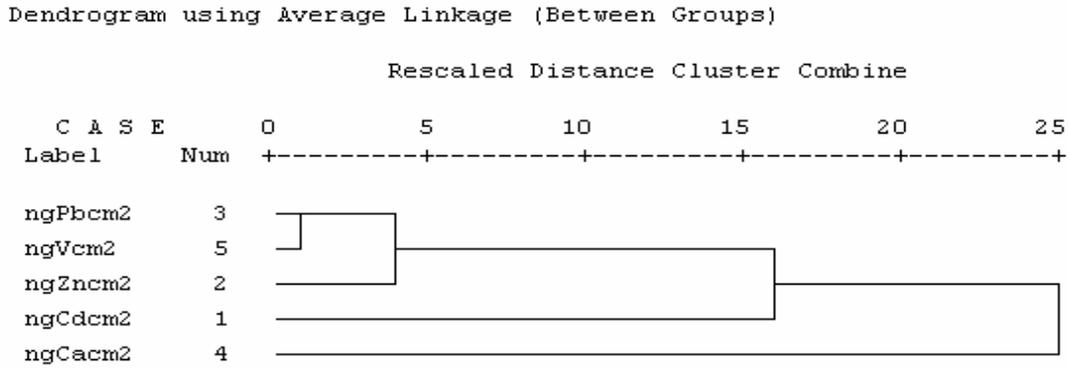


Figura. 5.24 Dendrograma de la Estación Conocoto

Estación Conocoto presenta una correlación fuerte entre los metales Pb- V y estos se relacionan altamente con el Zn.

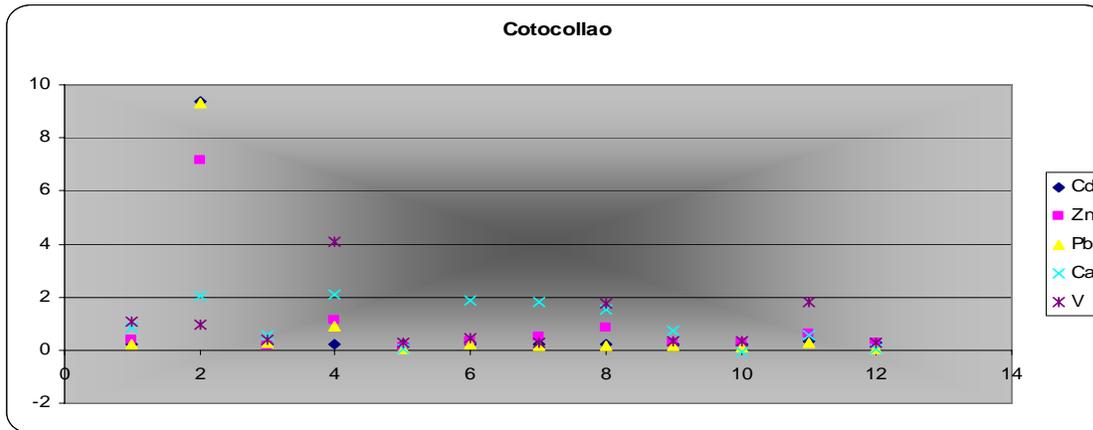


Figura. 5.25 Dispersión Mensual de Datos en la Estación Cotocollao

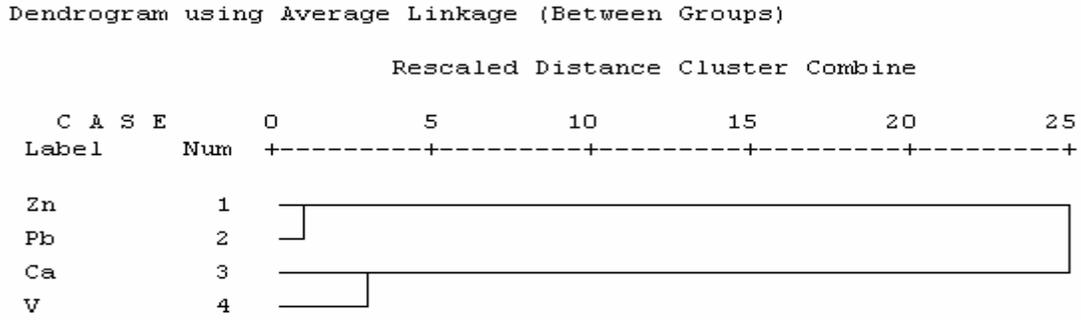


Figura. 5.26 Dendrograma de la Estación Cotocollao

Estación Cotocollao presenta una fuerte correlación entre Pb-Zn, también existe una correlación entre Ca - V que puede ser considerada fuerte.

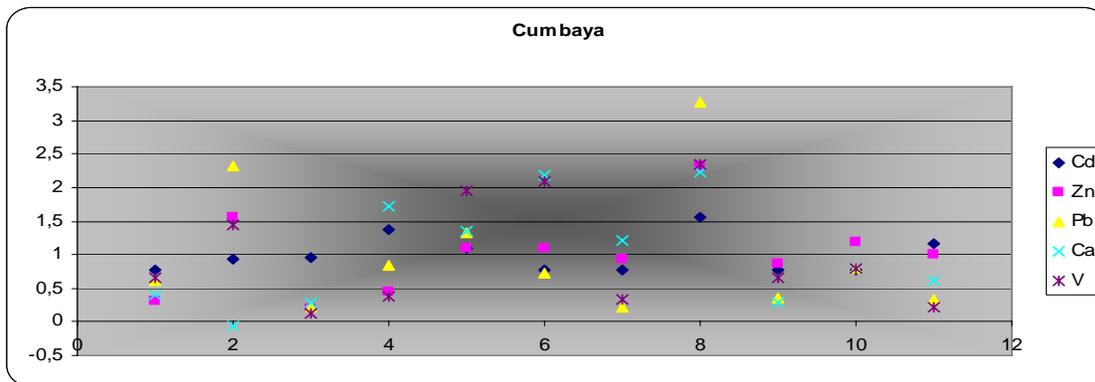


Figura. 5.27 Dispersión Mensual de Datos en la Estación Cumbaya

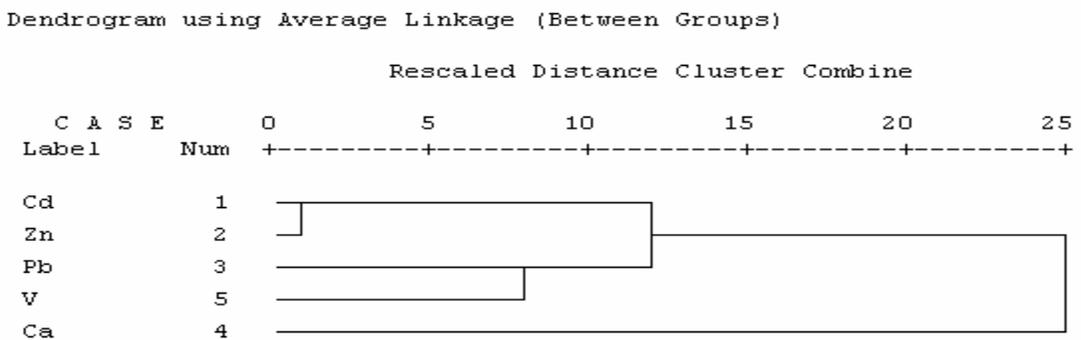


Figura. 5.28 Dendrograma de la Estación Cumbaya

Estación Cumbayá presenta una correlación fuerte entre Pb –V así como también existe relación entre Cd – Zn.

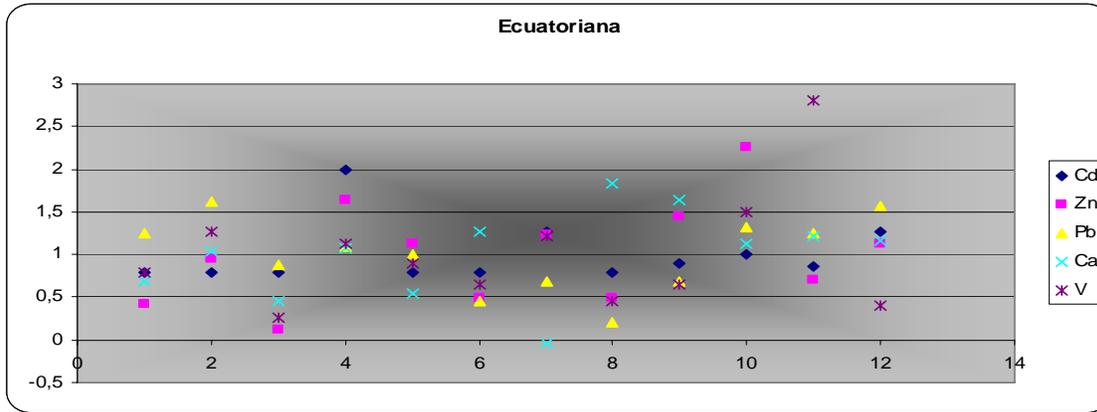


Figura. 5.29 Dispersión Mensual de Datos en la Estación Ecuadoriana

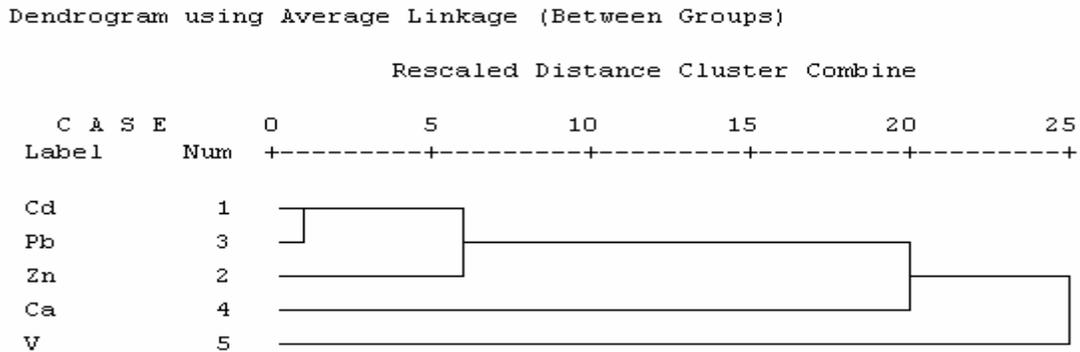


Figura. 5.30 Dendrograma de la Estación Ecuadoriana

Estación Ecuadoriana presenta una correlación fuerte entre Pb- Cd los mismos que se relacionan con el Zn en un nivel menos fuerte pero dentro del rango considerado alto.

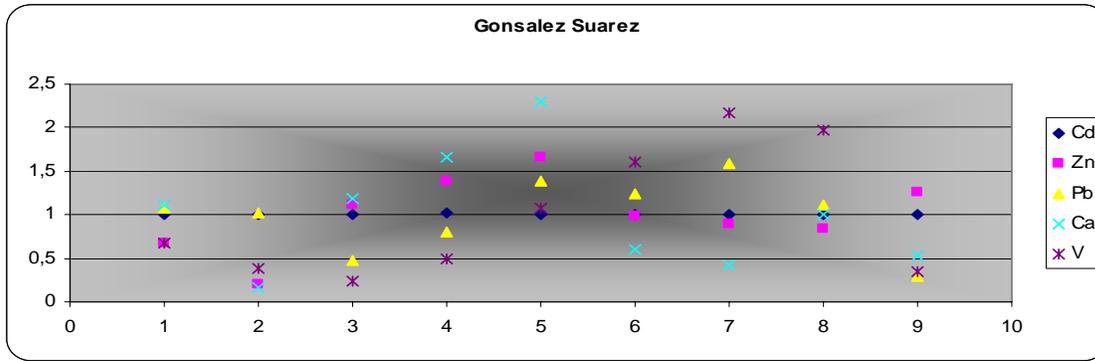


Figura. 5.31 Dispersion Mensual de Datos en la Estación González Suarez

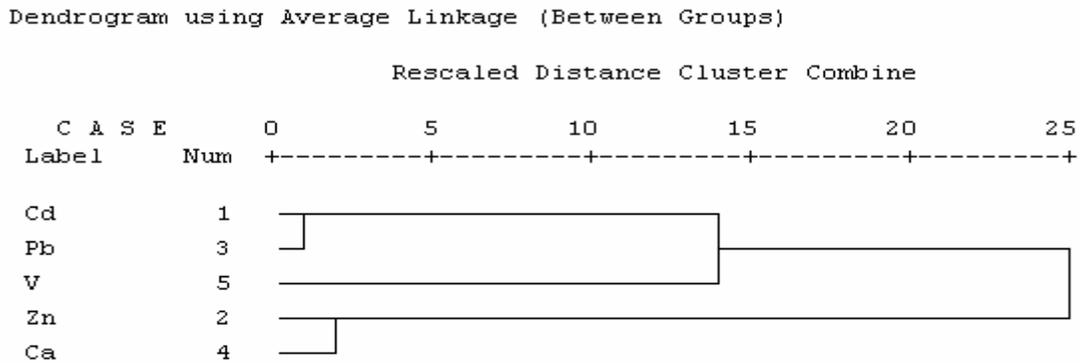


Figura. 5.32 Dendrograma de la Estación González Suarez

Estación González Suárez presenta una correlación fuerte entre Pb - Cd y Zn - Ca.

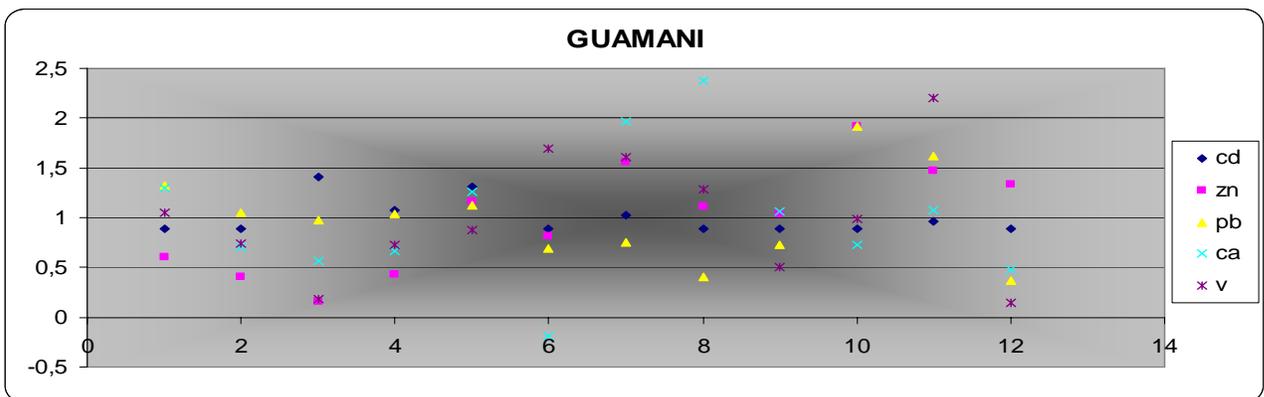


Figura. 5.33 Dispersion Mensual de Datos en la Estación Guamaní

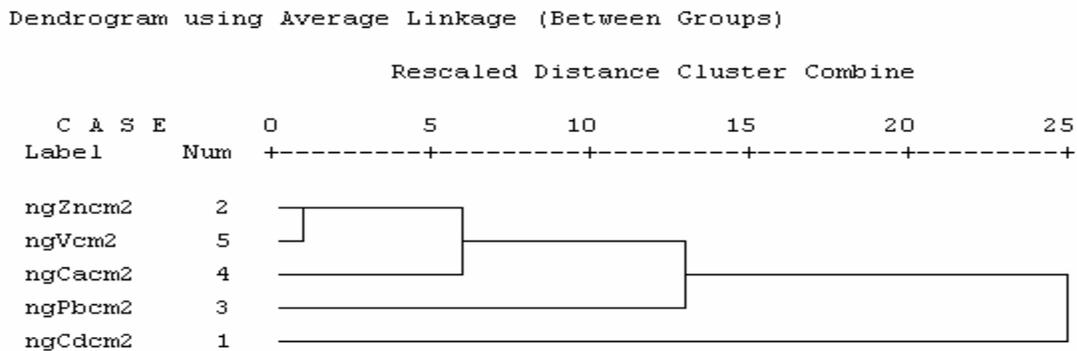


Figura. 5.34 Dendrograma de la Estación Guamaní

Estación Guamani presenta una correlación fuerte entre Zn – V y estos dos tienen una relación con el Ca que puede ser considerada fuerte.

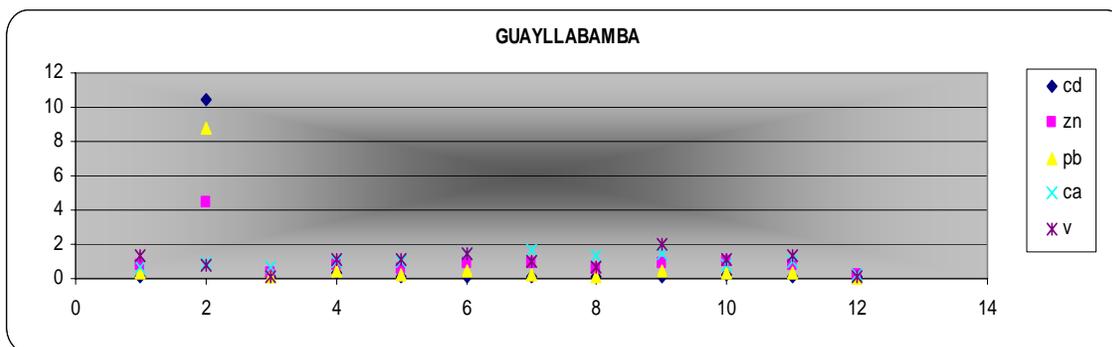


Figura. 5.35 Dispersión Mensual de Datos en la Estación Guayllabamba

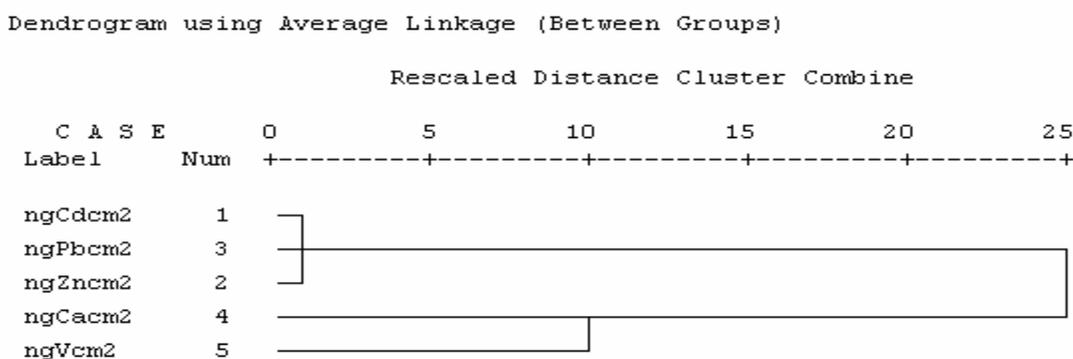


Figura. 5.36 Dendrograma de la Estación Guayllabamba

Estación Guayllabamba presenta una correlación fuerte entre Pb - Cd – Zn, aquí existe también una correlación entre Ca – V que se considera alta.

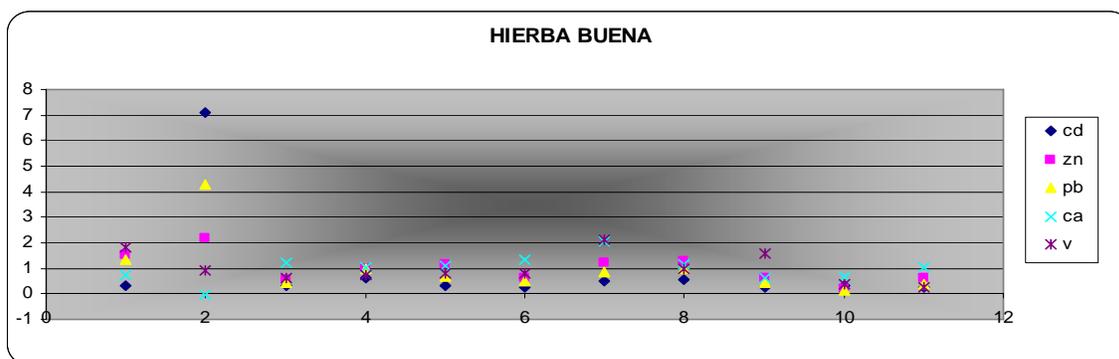


Figura. 5.37 Dispersión Mensual de Datos en la Estación Hierba Buena

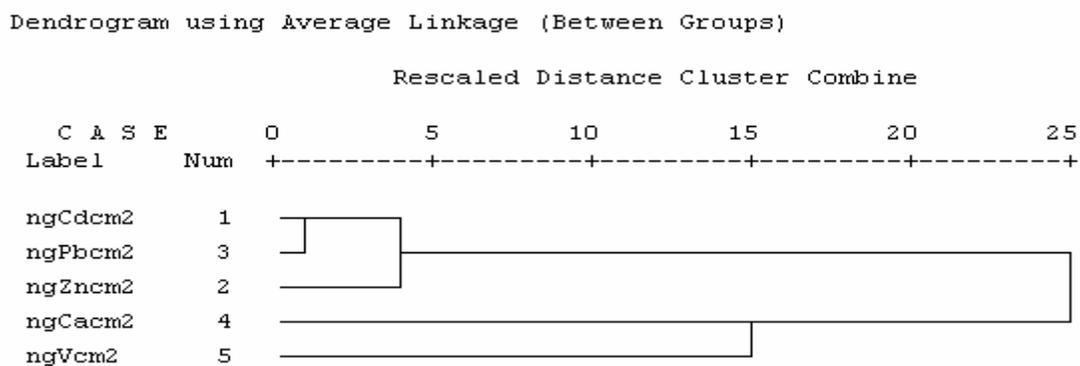


Figura. 5.38 Dendrograma de la Estación Hierba Buena

Estación Hierba Buena presenta una correlación fuerte entre Pb – Cd y estos dos se encuentra relacionados altamente también con Zn.

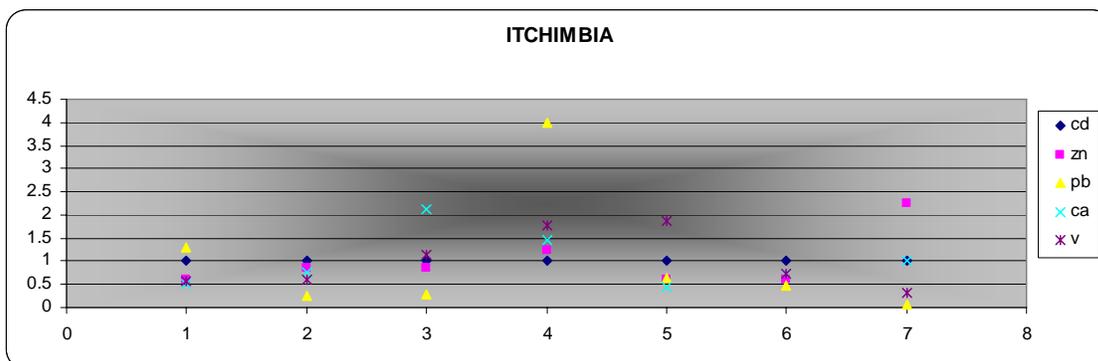


Figura. 5.39 Dispersión Mensual de Datos en la Estación Itchimbia

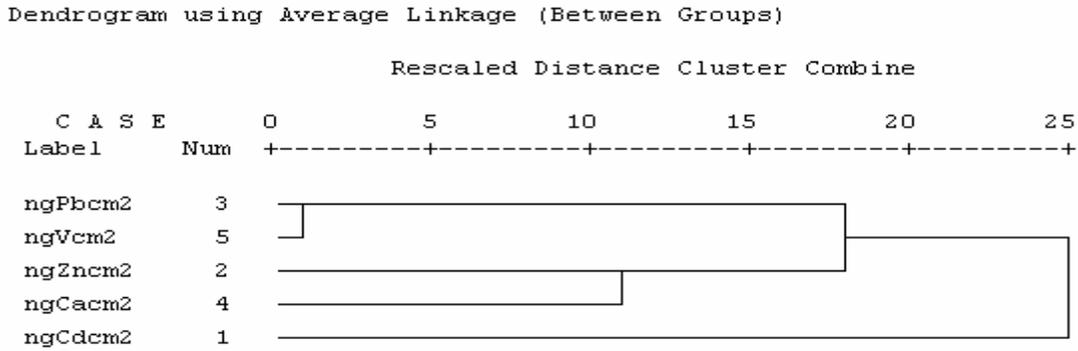


Figura. 5.40 Dendrograma de la Estación Itchimbia

Estación Itchimbia presenta una correlación fuerte entre Pb – V, existe también una correlación aunque débil entre Ca – Zn.

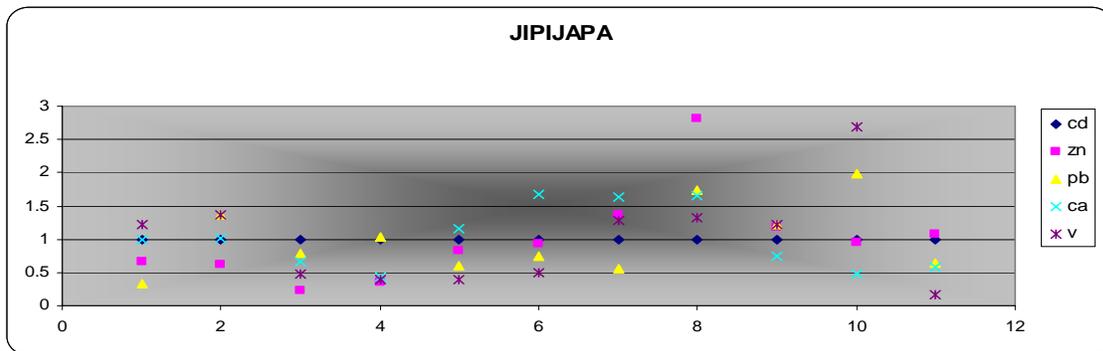


Figura. 5.41 Dispersión Mensual de Datos en la Estación Jipijapa

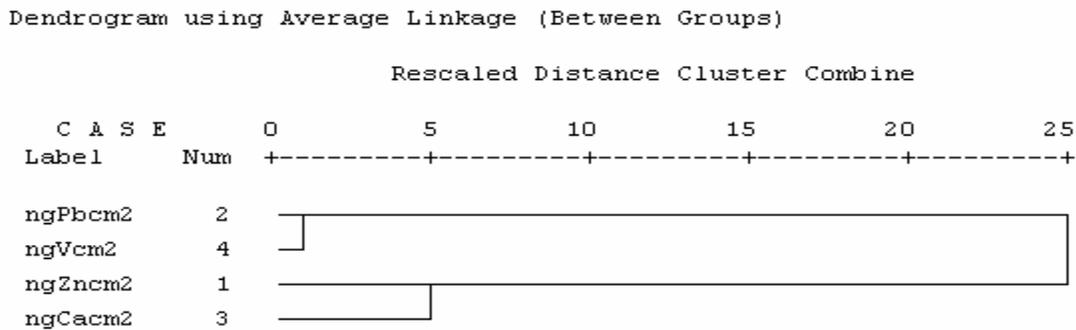


Figura. 5.42 Dendrograma de la Estación Jipijapa

Estación Jipijapa presenta una correlación fuerte entre Pb – V, existe también una correlación aunque mas débil entre Ca – Zn.

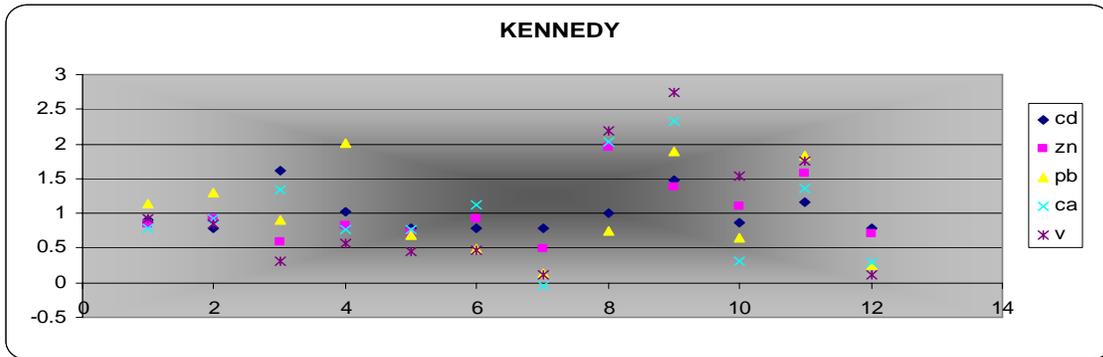


Figura. 5.43 Dispersión Mensual de Datos en la Estación Kennedy

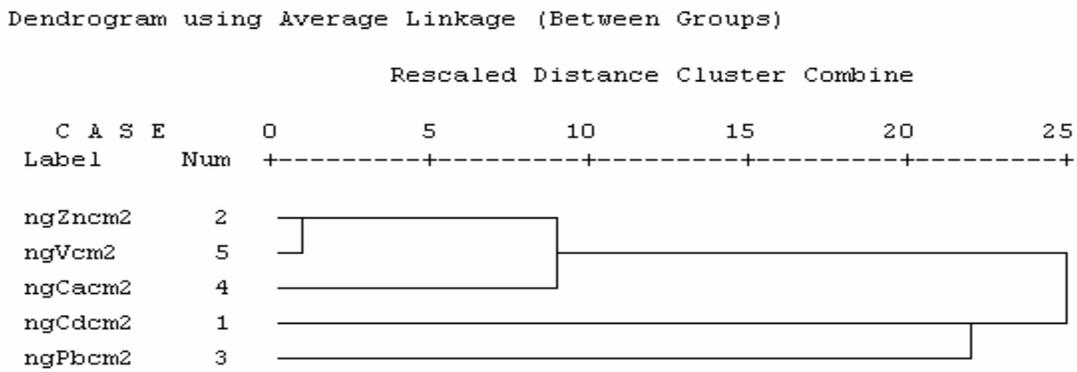


Figura. 5.44 Dendrograma de la Estación Kennedy

Estación Kennedy presenta una correlación fuerte entre Zn – V y estos dos mantienen una correlación aunque no tan fuerte con el Ca.

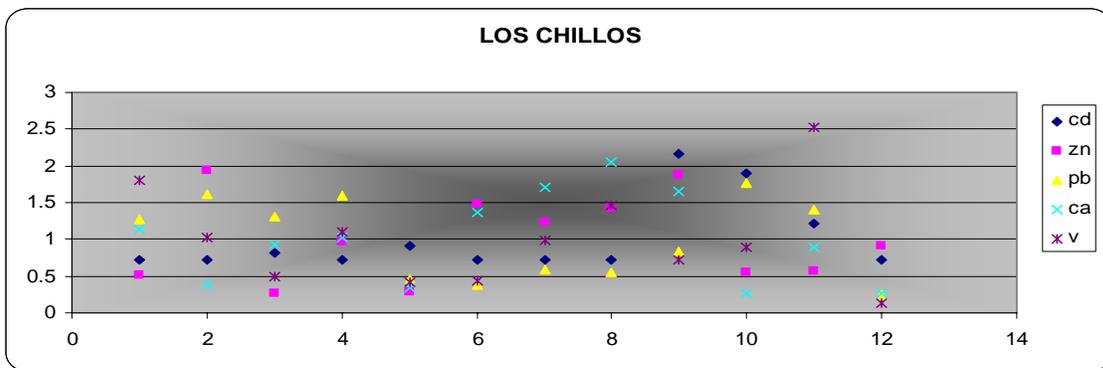


Figura. 5.45 Dispersión Mensual de Datos en la Estación Los Chillos

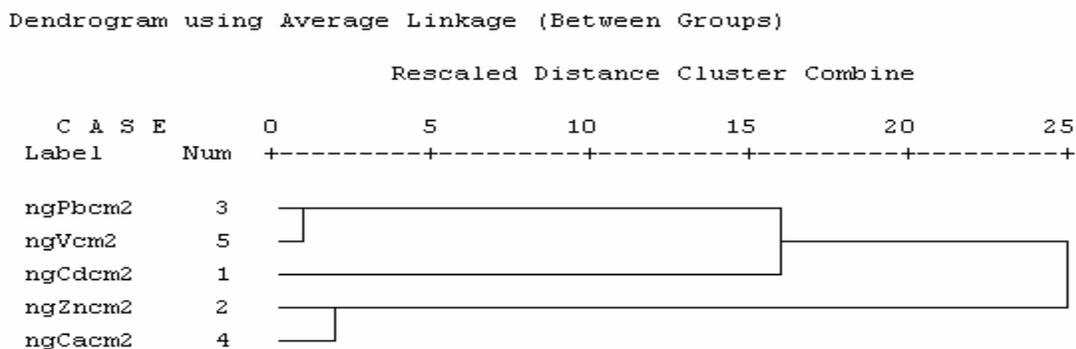


Figura. 5.46 Dendrograma de la Estación Los Chillos

Estación Los Chillos presenta una correlación fuerte entre Pb – V, existe también una correlación fuerte entre Ca – Zn.

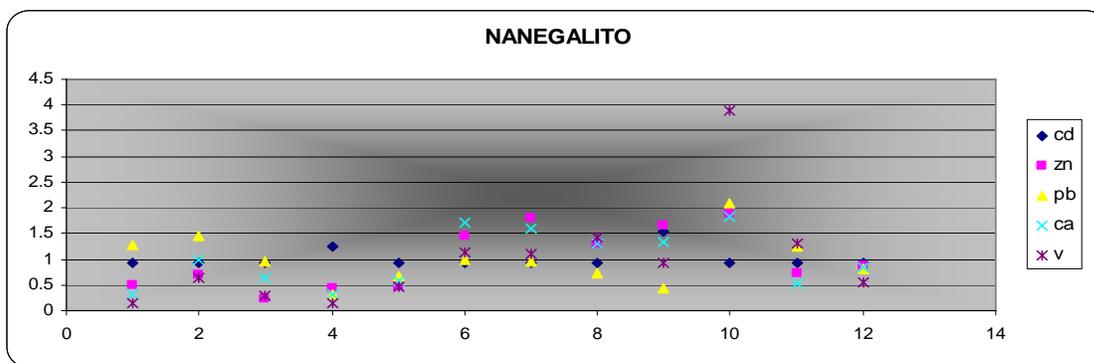


Figura. 5.47 Dispersión Mensual de Datos en la Estación Nanegalito

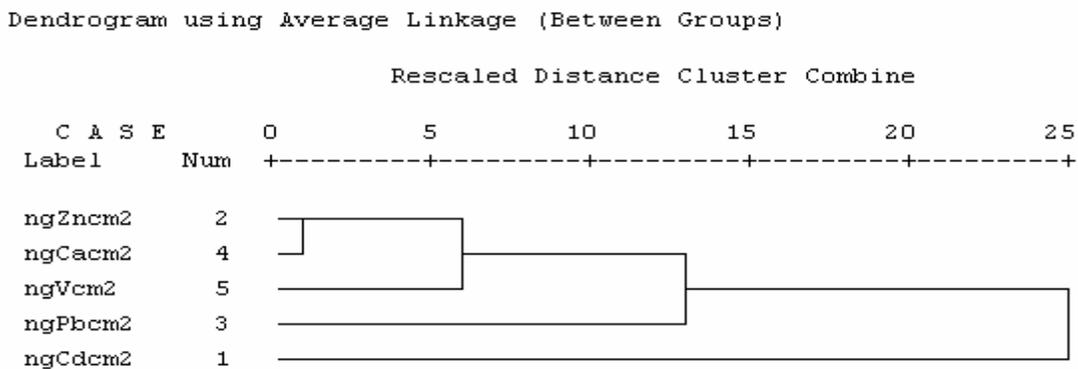


Figura. 5.48 Dendrograma de la Estación Nanegalito

Estación Nanegalito presenta una correlación fuerte entre Zn – Ca y estos a su vez se encuentran correlacionados con el V.

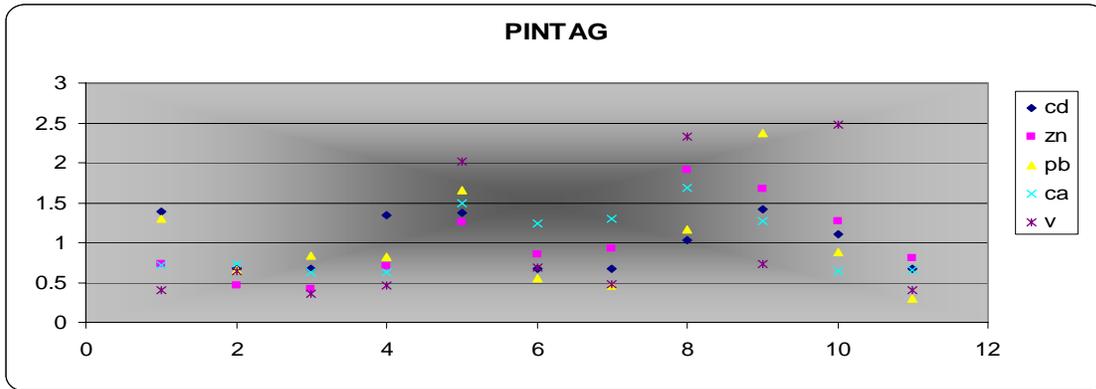


Figura. 5.49 Dispersión Mensual de Datos en la Estación Pintag

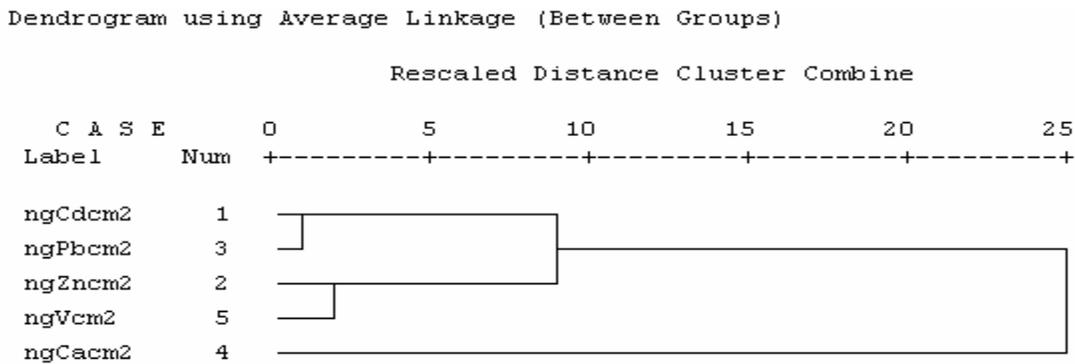


Figura. 5.50 Dendrograma de la Estación Pintag

Estación Pintag presenta una correlación fuerte entre Pb – Cd y Zn - V.

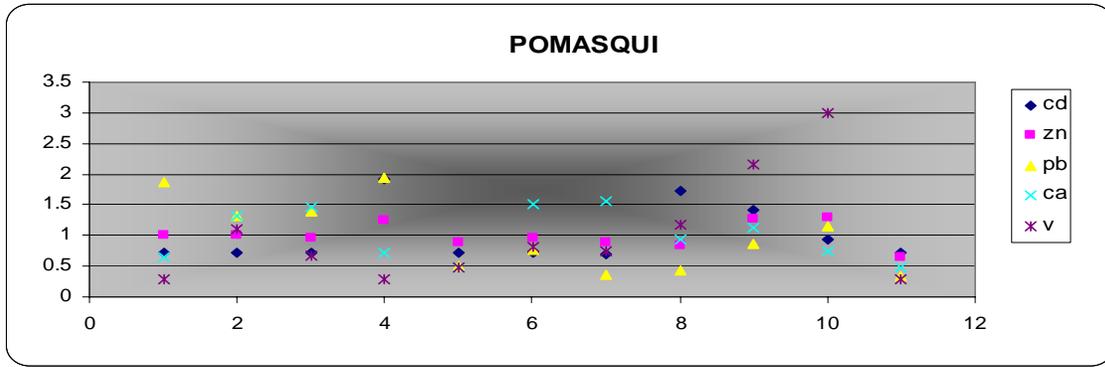


Figura. 5.51 Dispersión Mensual de Datos en la Estación Pomasqui

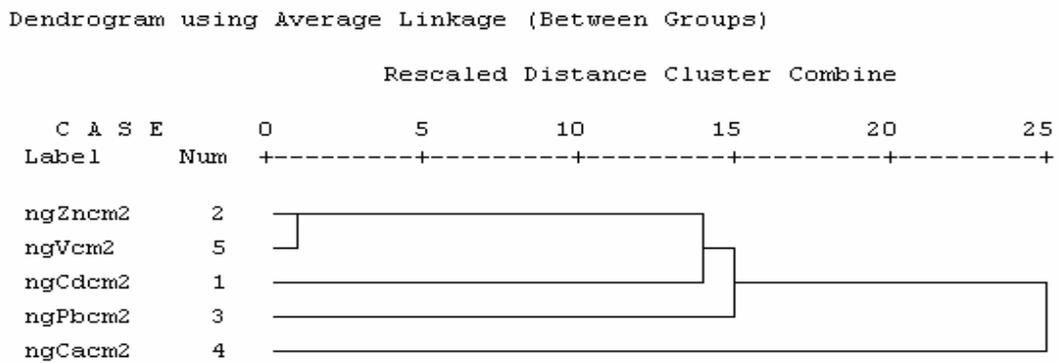


Figura. 5.52 Dendrograma de la Estación Pomasquí

Estación Pomasqui presenta una correlación fuerte entre Zn – V.

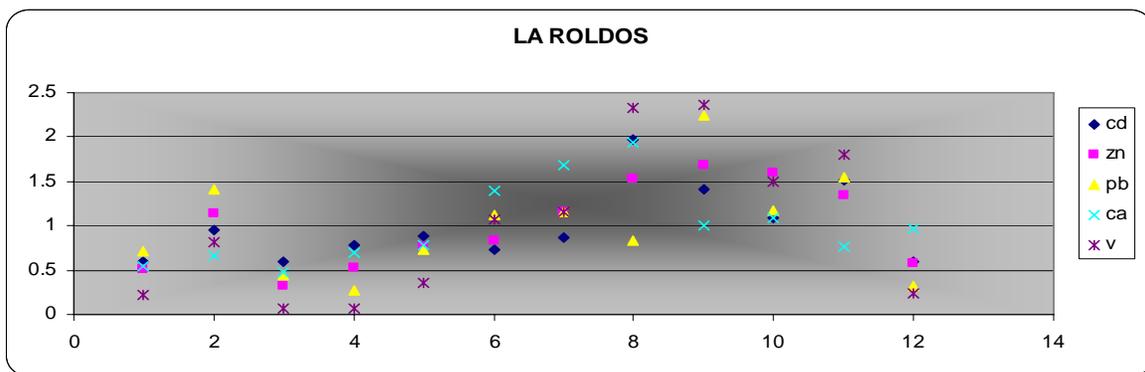


Figura. 5.53 Dispersión Mensual de Datos en la Estación La Roldos

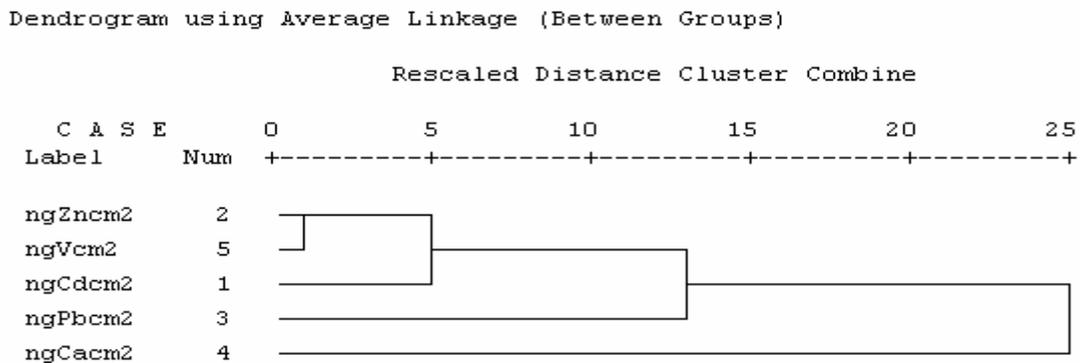


Figura. 5.54 Dendrograma de la Estación La Roldos

Estación La Roldós presenta una correlación fuerte entre Zn – V y estos presentan una correlación mas débil con el Cd.

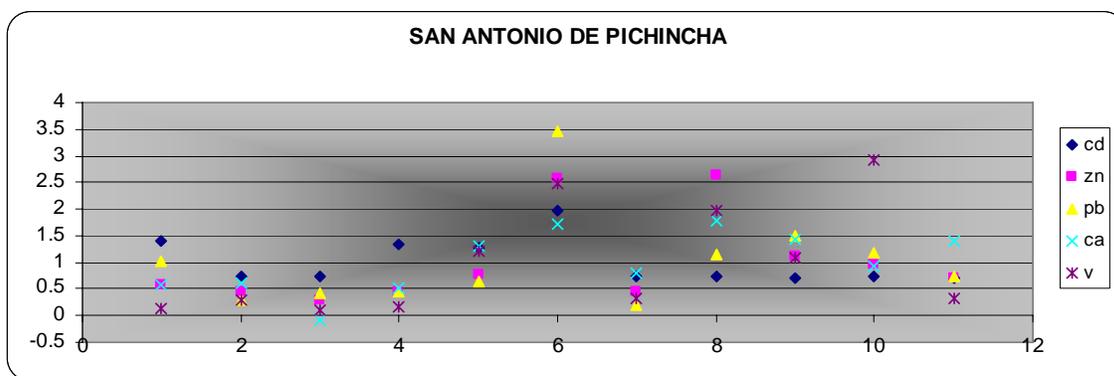


Figura. 5.55 Dispersión Mensual de Datos en la Estación San Antonio de Pichincha

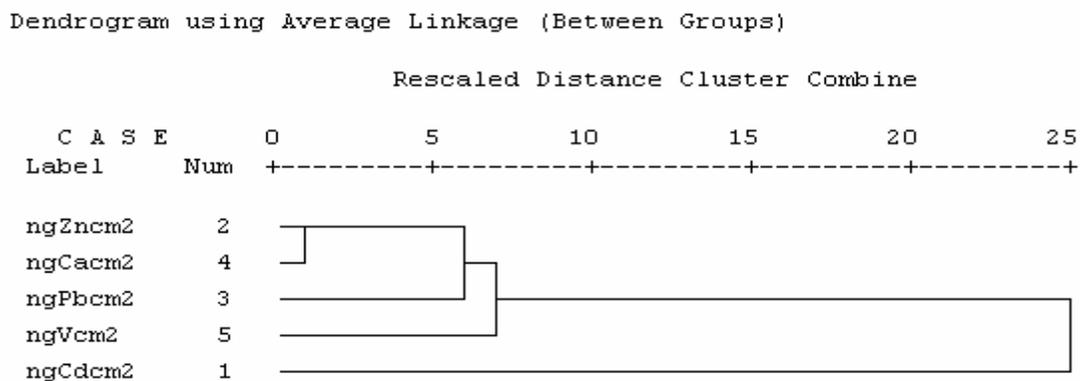


Figura. 5.56 Dendrograma de la Estación San Antonio de Pichincha

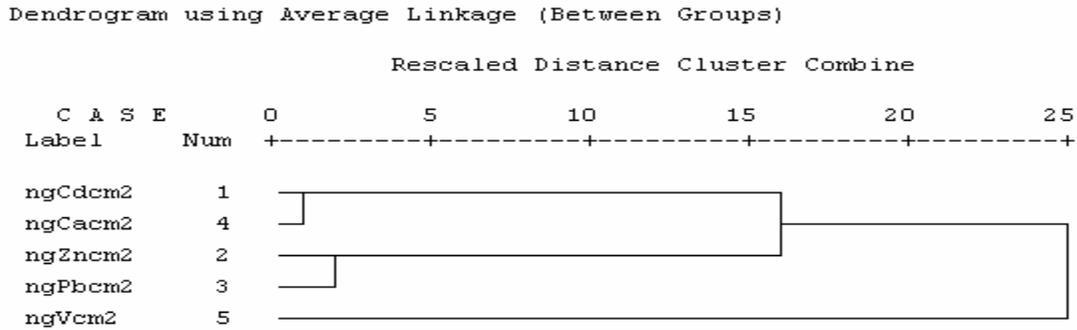


Figura. 5.60 Dendrograma de la Estación Santa Fe

Estación Santa Fe presenta una correlación fuerte de Ca - Cd, también existe una correlación fuerte de Pb - Zn.

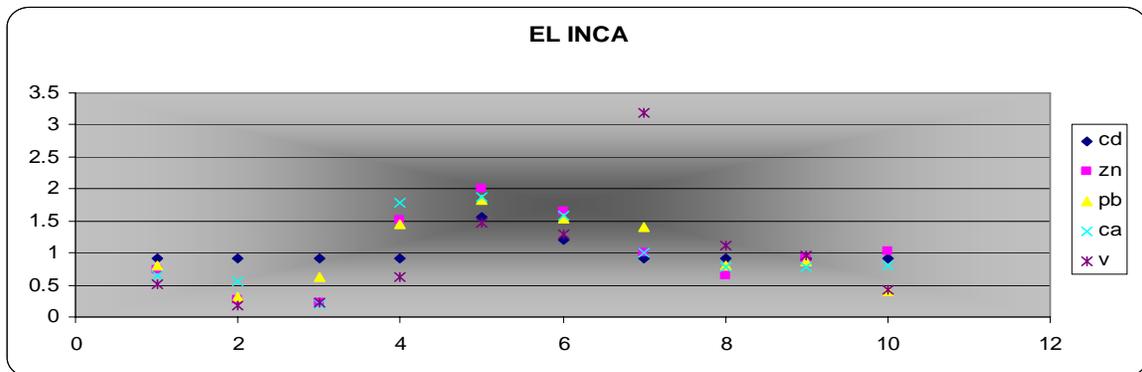


Figura. 5.61 Dispersión Mensual de Datos en la Estación El Inca

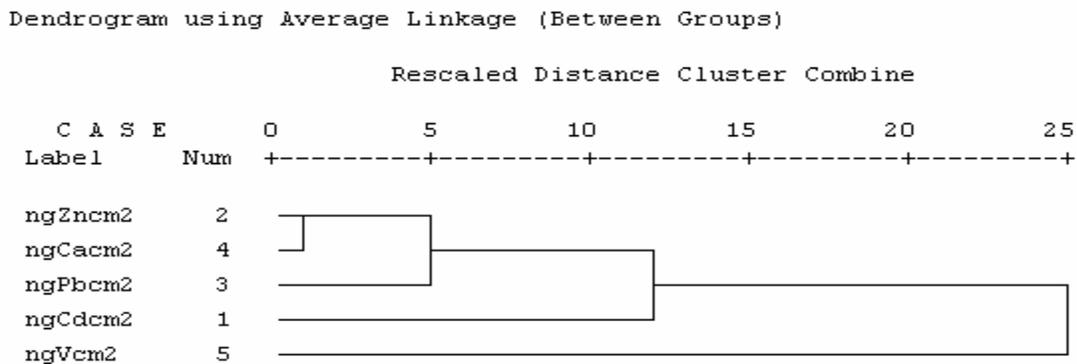


Figura. 5.62 Dendrograma de la Estación El Inca

Estación San Isidro del Inca presenta una correlación fuerte de Ca - Zn, a su vez estos se correlacionan con el Pb en un nivel considerado alto.

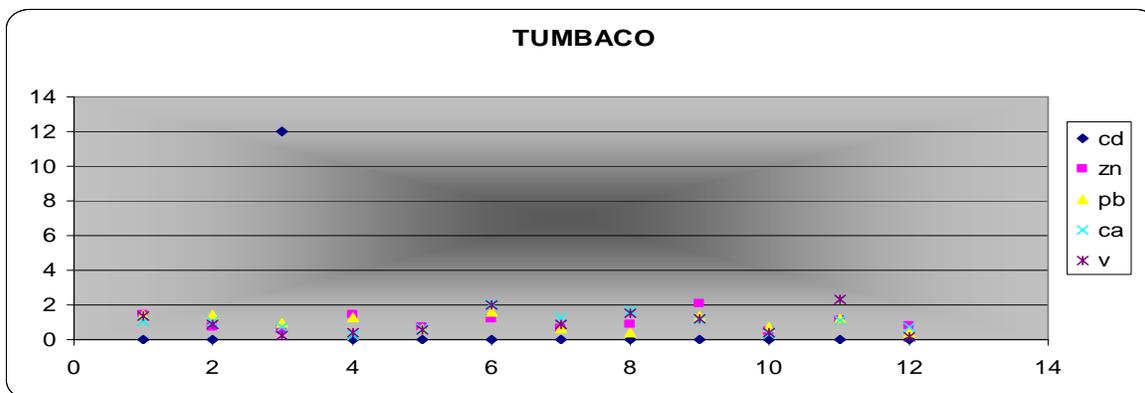


Figura. 5.63 Dispersión Mensual de Datos en la Estación Tumbaco

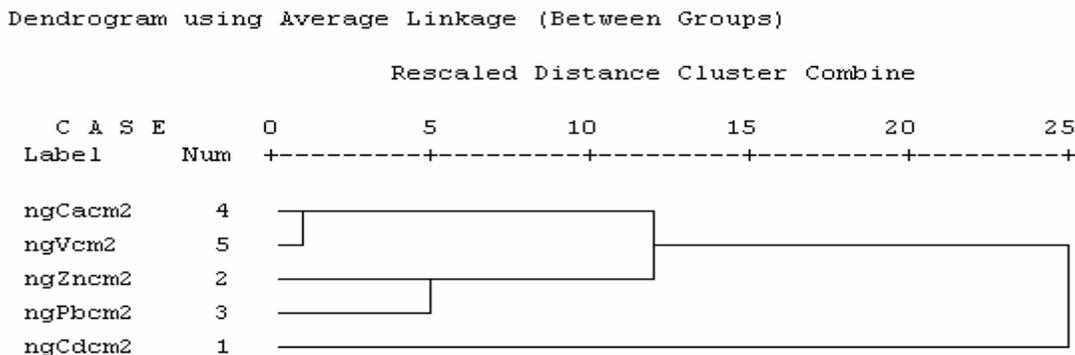


Figura. 5.64 Dendrograma de la Estación Tumbaco

Estación Tumbáco presenta una correlación fuerte de Ca - V, también existe una correlación fuerte de Pb - Zn.

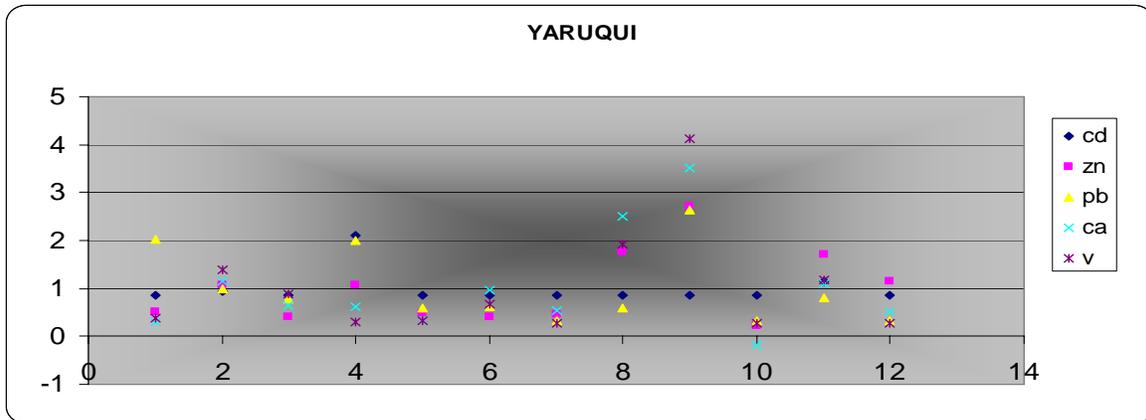


Figura. 5.65 Dispersión Mensual de Datos en la Estación Yaruquí

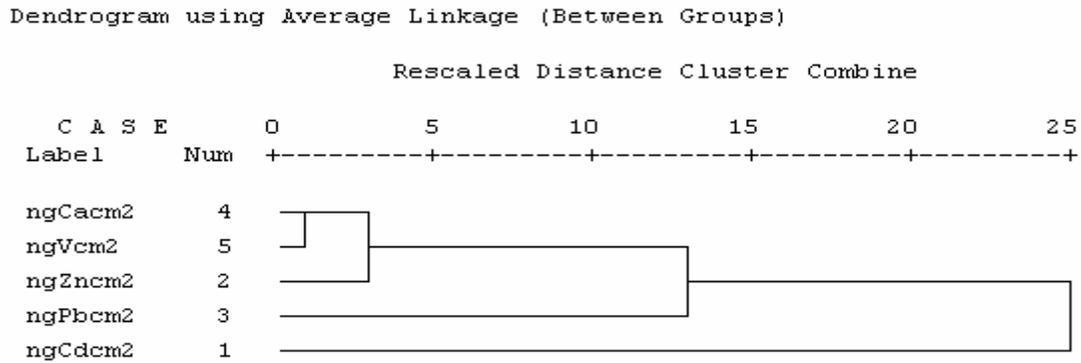


Figura. 5.66 Dendrograma de la Estación Yaruquí

Estación Yaruquí presenta una correlación fuerte de Ca - V que a su vez se están correlacionando con el Zn a un nivel considerado alto.

CAPITULO VI

DISCUSION DE RESULTADOS

6. CONCENTRACION ANUAL DE MATERIAL SEDIMENTABLE EN EL D.M.Q 2006

Para el mejor análisis e interpretación de los datos obtenidos se ha realizado una clasificación por estación que presenta sus datos mensuales de cada metal (Pb, Cd, V, Zn, Ca), así como también un promedio anual de cada una de las estaciones en estudio.

En base al promedio anual se puede observar que las estaciones de Santa Fé, Guayllabamba, Cumbayá, Carapungo, La Roldos, San Juan, El Inca y Hierba Buena presentan una alta concentración de Calcio (Ca), tomando en cuenta que el material del filtro por si solo contiene concentraciones altas de calcio no se puede tener una conclusión clara de este metal.

Los datos de Cadmio (Cd) obtenidos en el promedio anual muestran valores que se encuentran bajo el límite de detección del equipo en la mayor parte de las estaciones a excepción de Guayllabamba (4,356 ng/cm²), Hierba Buena (1,145 ng/cm²) y Cotocollao (1,457 ng/cm²) que presentan valores sobre 1 ng/cm².

El Vanadio presenta una mayor concentración en las estaciones de Hierba buena (86,66 ng/cm²), Santa Fé (66,919 ng/cm²), San Antonio de Pichincha (48,109 ng/cm²), Guayllabamba (40,522 ng/cm²), Cumbayá (46,815 ng/cm²), y La Roldós (37,602 ng/cm²), a lo largo de todo el año.

La mayor concentración de Cinc (Zn) superior a los 200ng/cm² se la encuentra en las estaciones de Hierba Buena (578,949 ng/cm²), Carapungo (239,397 ng/cm²), La Roldós (220,872 ng/cm²), San Juan (239,793 ng/cm²), San Antonio de Pichincha (218,65 ng/cm²), Santa Fé (248,28 ng/cm²), La Ecuatoriana (217,95 ng/cm²)y Guayllabamba (211,26 ng/cm²).

El Plomo presenta una mayor concentración en la estaciones de Itchimbia (73,153 ng/cm²) Guayllabamba (27,889 ng/cm²) y Hierba Buena (30,609 ng/cm²).

6.1 COMPARACION DE RESULTADOS DE MATERIAL SEDIMENTABLE VS. PM10

Para corroborar la veracidad de nuestros resultados realizamos una comparación con los datos disponibles de PM10 del año 2006 de las estaciones Cotocollao, Jipijapa, Guamaní, Los Chillos y Belisario, con los que pudimos comprobar por medio de las concentraciones presentadas, que los valores obtenidos en las muestras de material sedimentables son mayores a las de PM10, resultado que se esperaba por atribuir como uno de los orígenes del PM10 al material sedimentable.

A pesar de que la comparación mas optima debió darse entre muestras de material sedimentable de diferentes años, esta comparación es valida al no disponer de ningún otro dato que nos permita verificar nuestros resultados.

Existen pequeñas variaciones como en el caso del vanadio, en las que el PM10 es mayor al material sedimentable, esto se debe a que los datos de PM10 a los que tuvimos acceso no reportan algunas lecturas de dicho metal debido a la pérdida de las muestras a lo largo del proceso.

A continuación se muestra las variaciones que presentan el zinc, vanadio, plomo y cadmio en las tablas. 6.1 – 6.2 – 6.3 – 6.4.

TABLA. 6.1 Concentraciones de Zinc de material sedimentable vs. PM10

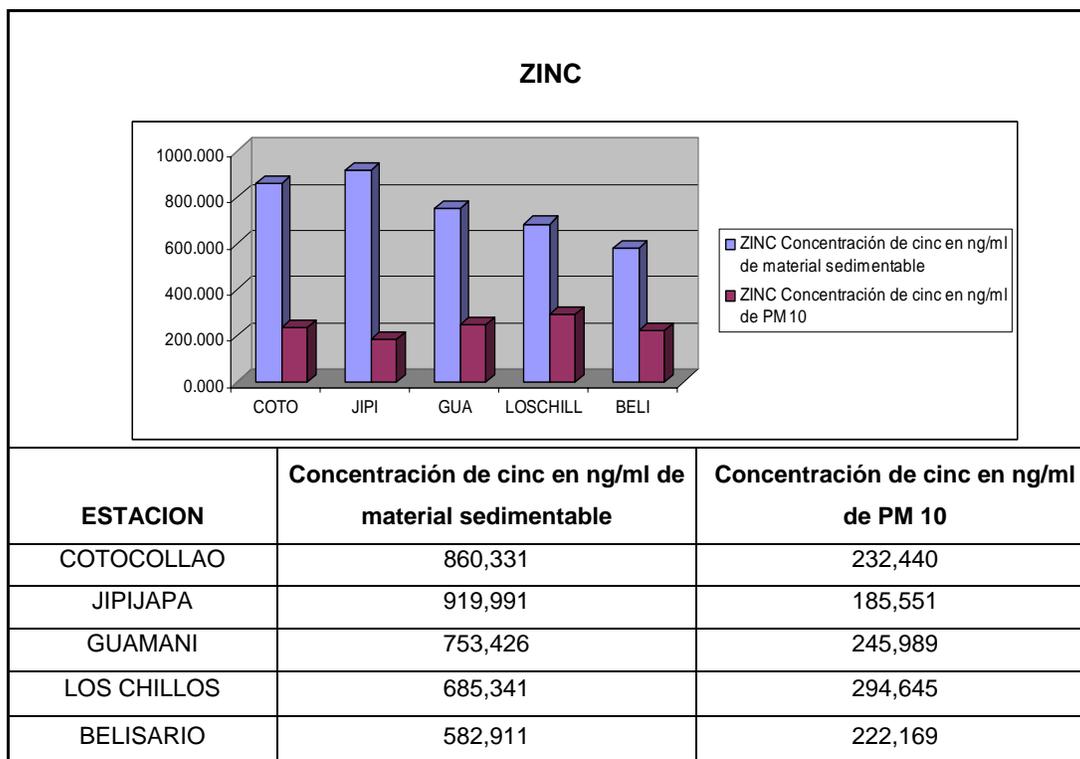


TABLA. 6.2 Concentraciones de Zinc de material sedimentable vs. PM10

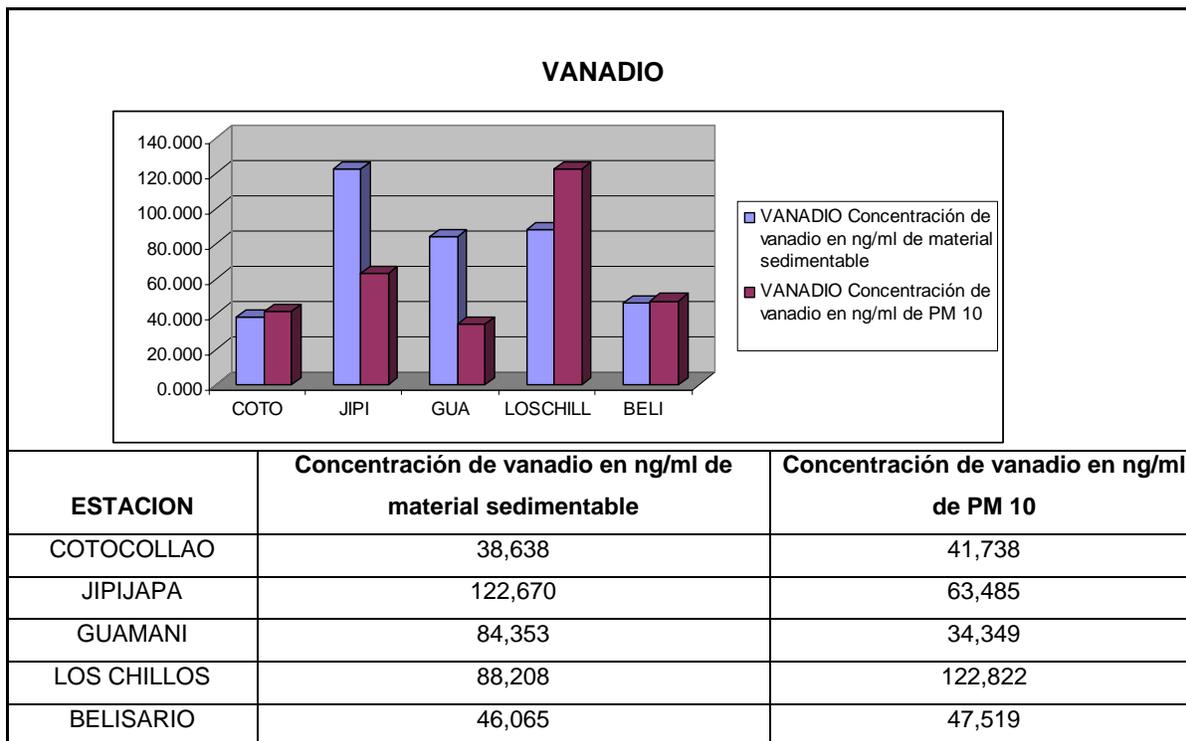
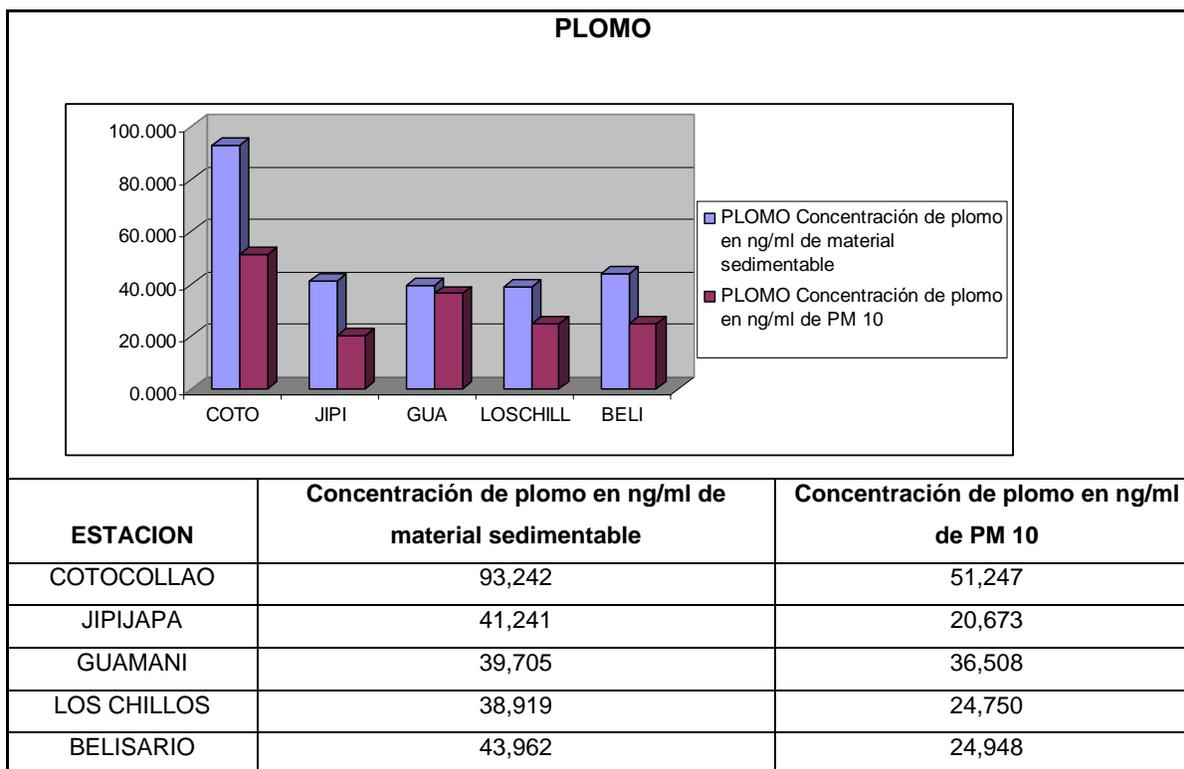
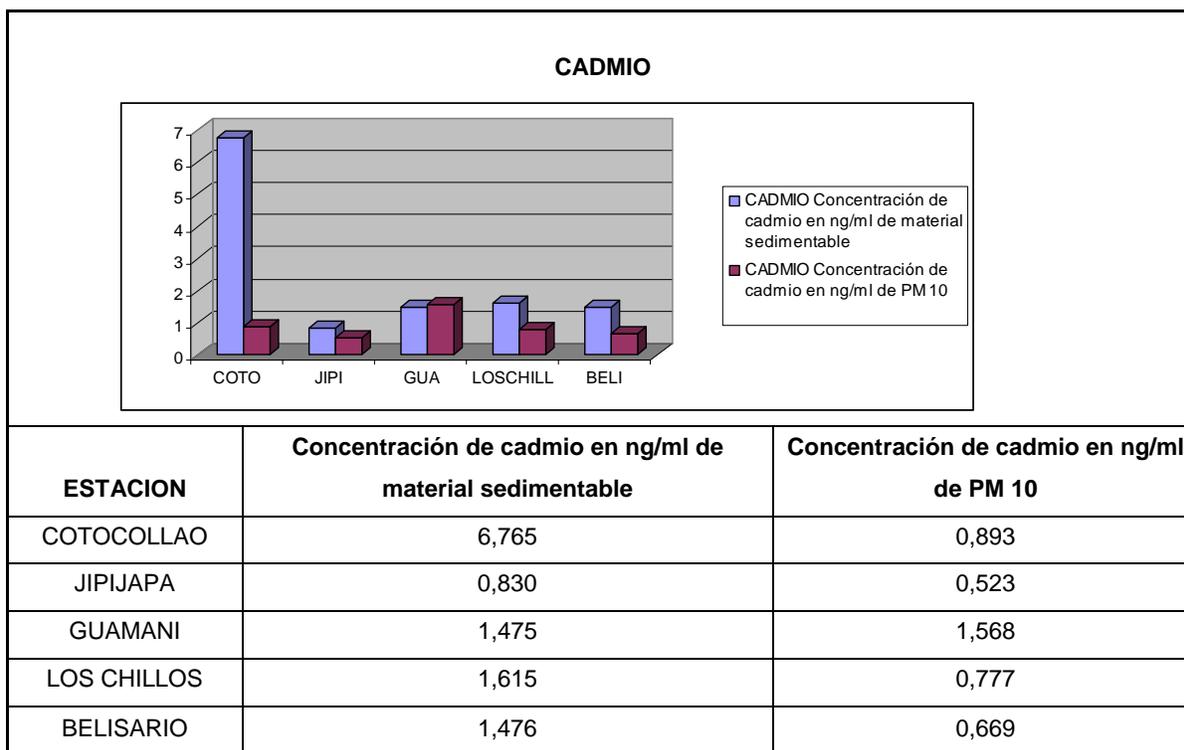


TABLA. 6.3 Concentraciones de Zinc de material sedimentable vs. PM10**TABLA. 6.4 Concentraciones de Zinc de material sedimentable vs. PM10**

6.2 COMPARACION DE RESULTADOS DE MATERIAL SEDIMENTABLE ENTRE ECUADOR Y ESPAÑA

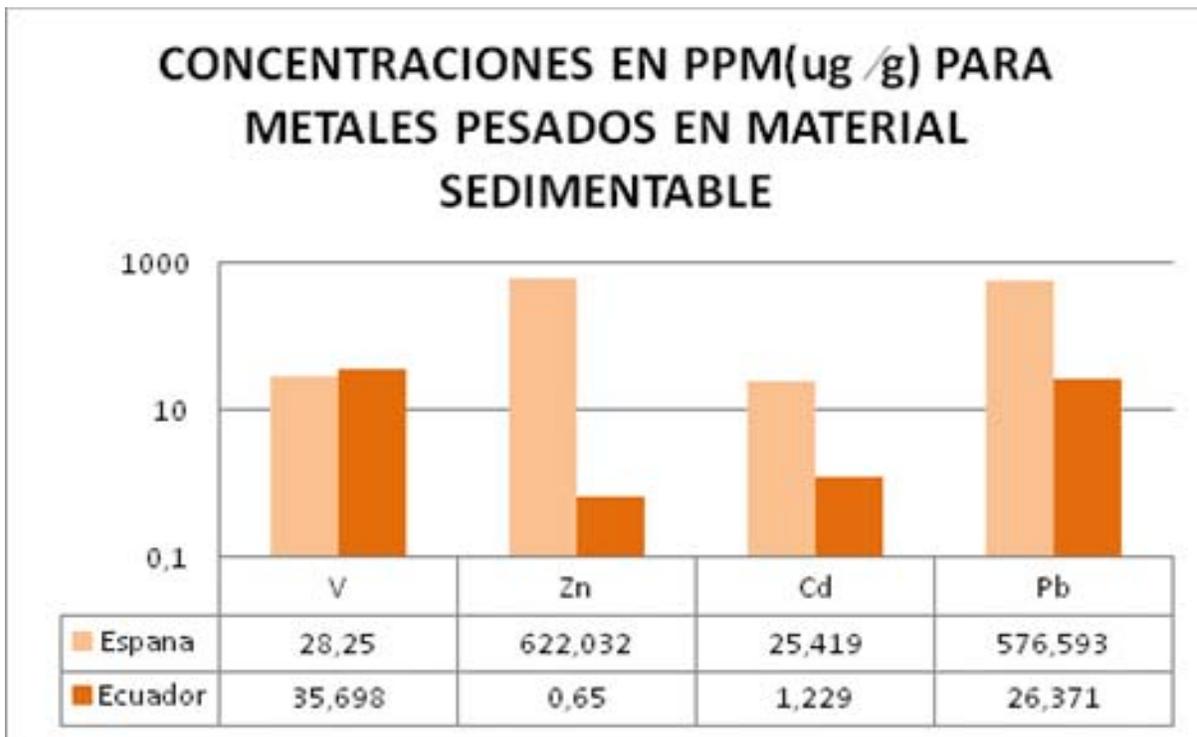


Figura. 6.67 Metales en Material Sedimentable Ecuador vs. España

Fuentes:

España; Mediciones realizadas en la Tesis Doctoral, Geoquímica Urbana de Elementos Traza, García Eduardo M., 1995.

Ecuador; Mediciones promedio de las 34 estaciones de la Red de Depósito del DMQ, 2006.

CAPITULO VII

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.1 CONCLUSIONES

- Las concentraciones promedio mas altas para cada metal dentro de la Red de Deposito del D.M.Q en el año 2006 fueron Cd = 4,356 ng/cm² en Guayllabamba, Zn = 578,949 ng/cm² en Santa Fé, Pb = 73,153 ng/cm² en Itchimbia, V = 84,66 ng/cm² en Hierba Buena.
- Las concentraciones mas altas de los metales analizados a lo largo del año 2006 se presentaron en las muestras de las estaciones de Guayllabamba y Hierba Buena, en el caso de Guayllabamba se puede atribuir sus altas concentraciones a las canteras presentes en la zona, al transporte liviano y pesado, así como el suelo con alto grado de erosión. En el caso de la estación de Hierba Buena una posible fuente de sus altas concentraciones pueden ser las industrias ya que se encuentra ubicada al sur de la ciudad en la zona del parque industrial.
- Las concentraciones obtenidas en esta investigación fueron comparadas con las de un estudio realizado en España, donde se observo que las concentraciones promedio de zinc (622,032ug/g), cadmio (25,419ug/g) y plomo (576,593ug/g) en España son mucho mayores respecto a las de Ecuador; Zn (0,650ug/g), Cd (1,229 ug/g), Pb (26,371ug/g); el promedio de las concentraciones de vanadio en Ecuador (35,698ug/g) son mayores a las

que presenta España (28,25ug/g). Se podría atribuir como posible fuente de este metal en Ecuador a la calidad de combustibles y quema de los mismos.

- La Cuantificación de Metales Pesados en Material Particulado Sedimentable permitió establecer que el D.M.Q a pesar de no presentar una alta concentración de Plomo, aun presenta un gran porcentaje de concentración de Vanadio y Cinc, que son metales aun presentes tanto en combustibles como en pinturas.
- La presencia de estos metales se puede atribuir a diferentes fuentes, a cada una de las estaciones se las ha clasificado de acuerdo a la posible fuente que genera contaminación en las mismas.
- Las estaciones de Amaguaña, Azucena, Belisario, Calderón, El Camal, Chilibulo, Cochapamba, Conocoto, Cumbaya, Guamani, Guayllabamba, Itchimbia, Nanegalito, Pomasqui, San Antonio de Pichincha, Tumbaco, Yaruqui, pueden atribuir su concentración en metales trazas al *suelo* de la zona ya que son sectores que no están muy consolidados y presentan en gran parte calles sin asfaltar, canteras y terrenos baldíos.
- Las estaciones de Amaguaña, Belisario, El Camal, Carapungo, Carcelén, Centro, Chillogallo, Conocoto, Cotocollao, Cumbaya, González Suarez, Guayllabamba, Itchimbia, Jipijapa, Kennedy, Los Chillos, Pintag, San Juan, Santa Fe, San Isidro del Inca se caracterizan por tener al Plomo dentro de las correlaciones con los demás metales a un nivel fuerte, por lo que se puede atribuir como una principal fuente de generación el *Transporte* del sector puesto que son áreas en las que se concentra tanto el Transporte liviano como pesado.
- Las estaciones de Calderón, Pomasqui y La Roldos se encuentran afectadas en cierta forma por las *construcciones* ya que hay nuevas zonas en proceso de

urbanización, por lo que esto puede considerarse como una fuente para la presencia de los metales trazas en el material particulado sedimentable.

- Las estaciones de Carapungo, Carcelén, La Ecuatoriana y Hierba Buena pueden atribuir sus concentraciones de metales trazas a la **Industria**, ya que son zonas que se encuentran en los límites de la ciudad de Quito donde se ha establecido el parque industrial de la ciudad.

7.2 RECOMENDACIONES

- Es recomendable que se de continuidad al presente trabajo realizando estudios anuales caracterizando los metales pesados en material sedimentable, para el D.M.Q y posteriormente realizar el estudio multitemporal para observar el comportamiento de los metales analizados lo cual ayudaría a tomar medidas, aplicar procesos y metodologías para disminuir la concentración de metales pesados en material sedimentable en el aire del DMQ.
- Sería importante que se realicen proyectos para determinar las concentraciones normales de plomo cadmio zinc y vanadio y así poder determinar los límites máximos permisibles de estos metales en material sedimentable, para que posteriormente se establezca los estándares técnicos adecuados en cada metal pesado en el aire ambiente, de forma acorde a la realidad de nuestra ciudad.
- A las universidades conjuntamente con CORPAIRE incentivar estudios e investigaciones que permitan aportar con información actualizada para un mejoramiento de la calidad del aire del D.M.Q.
- Realizar una investigación amplia a lo largo de las estaciones del D.M.Q para la determinación de fuentes puntuales de contaminación en cada una de ellas.
- Establecida una norma regulatoría, controlar y sancionar de manera drástica a los responsables de la contaminación a través de las diferentes fuentes, así también aumentar los controles de las emisiones producidas por el parque automotor.

-
- Realizar este tipo de investigaciones conjuntamente el municipio de las ciudades con los poblados tomando como ejemplo el D.M.Q y así poder garantizar la calidad del aire para todas las ciudades.

ANEXOS

FIGURAS. 8.1 – 8.5 GRAFICOS DE CONCENTRACIONES POR METAL EN CADA ESTACIÓN.....	Anexo 1
DATOS CRUDOS DE CONCENTRACIONES DE Pb, Cd, Zn, V EN MATERIAL SEDIMENTABLE	Anexo 2
MAPA DE LAS CONCENTRACIONES EN MATERIAL SEDIMENTABLE DE PB, CD, ZN, V, EN ENERO.....	Anexo 3
MAPA DE LAS CONCENTRACIONES EN MATERIAL SEDIMENTABLE DE PB, CD, ZN, V, EN FEBRERO.....	Anexo 4
MAPA DE LAS CONCENTRACIONES EN MATERIAL SEDIMENTABLE DE PB, CD, ZN, V, EN MARZO.....	Anexo 5
MAPA DE LAS CONCENTRACIONES EN MATERIAL SEDIMENTABLE DE PB, CD, ZN, V, EN ABRIL	Anexo 6
MAPA DE LAS CONCENTRACIONES EN MATERIAL SEDIMENTABLE DE PB, CD, ZN, V, EN MAYO.....	Anexo 7
MAPA DE LAS CONCENTRACIONES EN MATERIAL SEDIMENTABLE DE PB, CD, ZN, V, EN JUNIO.....	Anexo 8
MAPA DE LAS CONCENTRACIONES EN MATERIAL SEDIMENTABLE DE PB, CD, ZN, V, EN JULIO.....	Anexo 9
MAPA DE LAS CONCENTRACIONES EN MATERIAL SEDIMENTABLE DE PB, CD, ZN, V, EN AGOSTO.....	Anexo 10
MAPA DE LAS CONCENTRACIONES EN MATERIAL SEDIMENTABLE DE PB, CD, ZN, V, EN SEPTIEMBRE.....	Anexo 11

MAPA DE LAS CONCENTRACIONES EN MATERIAL SEDIMENTABLE DE PB, CD, ZN, V, EN OCTUBRE.....	Anexo 12
MAPA DE LAS CONCENTRACIONES EN MATERIAL SEDIMENTABLE DE PB, CD, ZN, V, EN NOVIEMBRE.....	Anexo 13
MAPA DE LAS CONCENTRACIONES EN MATERIAL SEDIMENTABLE DE PB, CD, ZN, V, EN DICIEMBRE.....	Anexo 14
MAPA DE LAS CONCENTRACIONES EN MATERIAL SEDIMENTABLE DE CD ANUAL.....	Anexo 15
MAPA DE LAS CONCENTRACIONES EN MATERIAL SEDIMENTABLE DE Pb ANUAL.....	Anexo 16
MAPA DE LAS CONCENTRACIONES EN MATERIAL SEDIMENTABLE DE Zn ANUAL.....	Anexo 17
MAPA DE LAS CONCENTRACIONES EN MATERIAL SEDIMENTABLE DE V ANUAL.....	Anexo 18

MES	CODIGO	DATOS CRUDOS Cd ng/ml	DATOS CRUDOS Zn mg/l	DATOS CRUDOS Pb ng/ml	DATOS CRUDOS Ca mg/l	DATOS CRUDOS ng/ml
ENERO	9P1	2,06	0,4529	69,26	10,954	51,10
ENERO	9NA2	0,48	0,3227	28,36	5,092	18,00
ENERO	9SAP3	1,91	0,6615	76,28	12,054	39,90
ENERO	9CHB4	0,52	0,3714	54,9	6,174	44,50
ENERO	9PO5	0,92	0,3253	33,71	6,575	13,90
ENERO	9ROLD6	0,66	0,5899	38,99	11,744	51,70
ENERO	9JIPI7	0,58	0,6465	16,76	11,465	152,30
ENERO	9YARU8	0,52	0,1592	38,22	4,714	29,50
ENERO	9COCHAP9	1,22	0,5979	52,16	12,413	55,00
ENERO	9AMAG10	0,7	0,4322	47,18	11,117	110,70
ENERO	9COTO11	0,54	0,3614	24,35	8,215	54,10
ENERO	9BELI12	0,64	0,7409	56,45	14,026	49,30
ENERO	9GUA13	0,46	0,4992	51,79	12,314	97,20
ENERO	9LCHIL14	0,46	0,3968	49,13	11,847	163,40
ENERO	9CENT15	0,4	0,3698	46,2	9,055	68,80
ENERO	9TUMB16	1,21	1,1149	49,41	12,318	100,20
ENERO	9CHILLO17	0,46	0,2218	29,07	6,809	59,40
ENERO	9AZUC18	0,56	0,4646	31,16	7,049	45,50
ENERO	9CAM19	1,09	0,333	72,16	8,406	113,30
ENERO	9CARA20	1,22	0,5926	43,45	11,511	114,10
ENERO	9ECUA21	0,49	0,473	40,45	7,931	55,10
ENERO	9GUAY22	1,66	0,7856	50,79	14,259	252,40
ENERO	9SANJ23	1,21	1,0976	39,96	8,628	63,30
ENERO	9CALD24	1,08	0,5098	48,18	12,345	107,10
ENERO	9HBUE25	1,13	4,2586	183,17	14,702	703,80
ENERO	9CUMB26	0,79	0,3287	32,61	8,706	150,20
ENERO	9CONO27	1,09	0,5232	62,08	11,122	130,90
ENERO	9KENE28	1,14	0,5188	64,84	11,092	104,5
ENERO	9CARC29	3,19	0,5046	38,06	6,659	66,3
ENERO	9SFE30	1,78	0,5737	49,01	13,114	300,1
ENERO	9SII31	0,78	0,6508	51,2	12,638	93
FEBRERO	10P32	0,69	0,3031	37,46	11,268	73,6
FEBRERO	10NA33	0,8	0,4413	31,22	10,618	67,6
FEBRERO	10SAP34	0,69	0,5074	25,25	12,354	74,3
FEBRERO	10CHB35	0,86	0,5569	38,94	12,184	74,7
FEBRERO	10PO36	0,94	0,322	25,14	11,058	58,7
FEBRERO	10ROLD37	1,58	1,237	72,93	13,866	150,7
FEBRERO	10JIPI38	0,57	0,6166	54,99	11,818	169,4
FEBRERO	10YARU39	1,08	0,2822	20,91	11,115	72,5

FEBRERO	10COCHAP40	0,37	0,2035	37,38	7,565	68,9
FEBRERO	10AMAG41	0,23	0,0507	10	2,155	10,06
FEBRERO	10COTO42	40,75	6,1704	792,53	16,779	51
FEBRERO	10BELI43	2,01	0,4257	80,16	10,719	51,4
FEBRERO	10GUA44	0,86	0,3561	42,06	7,815	72,5
FEBRERO	10LCHIL45	2,62	1,3645	61,31	5,583	99
FEBRERO	10CENT46	1,6	0,4123	66,69	11,482	108,7
FEBRERO	10TUMB47	2,66	0,6062	51,38	11,656	69
FEBRERO	10CHILLO48	0,52	1,3656	49,08	11,823	95,2
FEBRERO	10AZUC49	0,83	0,599	57,33	12,626	91,9
FEBRERO	10CAM50	0,77	0,2219	39,9	9,371	75
FEBRERO	10CARA51	0,04	6,3877	100,65	17,649	129,7
FEBRERO	10ECUA52	0,72	1,0351	51,26	10,812	80,2
FEBRERO	10GUAY53	135,9	4,4431	1044,52	18,241	151,6
FEBRERO	10SANJ54	2,48	0,7155	63,62	13,139	95,1
FEBRERO	10CALD55	1,34	1,5476	60,28	13,139	100,3
FEBRERO	10HBUE56	24,21	5,9602	562,06	1,726	349,5
FEBRERO	10CUMB57	1,19	1,4799	112,39	1,521	315,5
FEBRERO	10CONO58	0,29	0,4261	41,58	7,738	58,9
FEBRERO	10KENE59	0,43	0,5667	73,22	12,666	97,7
FEBRERO	10CARC60	0,86	0,4296	25,92	7,953	38,8
FEBRERO	10SFE61	0,55	1,1204	70,36	14,459	315,9
FEBRERO	10SII62	0,29	0,268	22,66	10,922	41,1
FEBRERO	10GSUAR63	0,34	0,3331	36,96	10,815	63
MARZO	11P64	0,66	0,2828	46,26	9,936	46,3
MARZO	11NA65	0,36	0,1831	22,41	7,655	37,9
MARZO	11SAP66	0,76	0,3511	33,63	-0,036	37,4
MARZO	11CHB67	0,26	0,1538	19,67	8,411	20,7
MARZO	11PO68	0,7	0,3066	26,2	11,984	41,3
MARZO	11ROLD69	0,64	0,3899	26,35	10,621	26,1
MARZO	11JIPI70	0,51	0,2643	33,44	8,437	68,4
MARZO	11YARU71	0,86	0,1373	17,59	7,360	51,5
MARZO	11COCHAP72	1,93	0,2043	36,65	7,358	37,8
MARZO	11AMAG73	0,54	0,2466	43,65	9,054	67,1
MARZO	11COTO74	1,23	0,1749	26,86	6,431	28,2
MARZO	11BELI75	2,3	0,3066	61,32	13,686	64
MARZO	11GUA76	1,57	0,17	39,34	6,777	27,5
MARZO	11LCHIL77	2,98	0,2351	50,46	10,102	54
MARZO	11CENT78	1,2	0,1626	38,75	8,192	27,6
MARZO	11TUMB79	3,5	0,4507	34,92	9,259	27
MARZO	11CHILLO80	2,27	0,4053	52,51	10,050	31,6

MARZO	11AZUC81	0,77	0,3804	49,59	10,086	31,8
MARZO	11CAM82	7,62	0,1805	54,19	7,388	36,2
MARZO	11CARA83	1,44	0,1429	26,71	6,698	15,5
MARZO	11ECUA84	0,45	0,1686	29,72	6,080	26,71
MARZO	11GUAY85	1,35	0,3497	23,72	14,775	25,9
MARZO	11SANJ86	1,39	0,9118	34,83	7,382	19,9
MARZO	11CALD87	1,29	0,2092	30,25	10,001	76,7
MARZO	11HBUE88	1,2	1,5583	65,6	21,706	251,4
MARZO	11CUMB89	1,21	0,2171	15,12	6,747	40,4
MARZO	11CONO90	1,72	0,1716	29,66	3,385	35
MARZO	11KENE91	2	0,3774	52,71	17,313	43,8
MARZO	11CARC92	8,76	0,621	47,71	8,580	40,7
MARZO	11SFE93	2,64	1,0917	69,96	28,802	266,4
MARZO	11SII94	0,85	0,2226	41,35	5,392	47,1
MARZO	11GSUAR95	0,26	0,1334	35,12	3,678	41,9
ABRIL	12P96	1,99	0,4334	45,34	9,978	56
ABRIL	12NA97	1,34	0,2988	10,75	5,051	17,2
ABRIL	12SAP98	1,85	0,5056	37,43	10,945	46,6
ABRIL	12CHB99	0,61	0,2322	31,3	12,463	30,2
ABRIL	12PO100	2,65	0,3851	34,91	7,163	24,3
ABRIL	12ROLD101	1,32	0,5988	17,81	14,321	16,1
ABRIL	12JIPI102	0,47	0,3722	43,06	6,411	57,5
ABRIL	12YARU103	2,4	0,2846	37,58	7,141	26,7
ABRIL	12COCHAP104	0,76	0,259	37,68	7,030	55,2
ABRIL	12AMAG105	1,7	0,4624	103,48	7,044	99,6
ABRIL	12COTO106	3,65	1,0233	79,23	17,217	170,4
ABRIL	129SNE12107	1,91	0,4805	31,15	9,075	67,2
ABRIL	12GUA108	1,21	0,3671	41,8	7,504	71
ABRIL	12LCHIL109	1,68	0,7083	60,08	10,939	105,2
ABRIL	12CENT110	3,52	0,4593	51,16	7,467	60
ABRIL	12TUMB111	1,94	1,1267	44,57	4,424	39,7
ABRIL	12CHILL112	1,21	0,3253	26,71	6,004	33,7
ABRIL	12AZUC113	0,57	0,266	67,47	5,302	36,5
ABRIL	12CAM114	1,65	0,3932	84,07	12,099	122,6
ABRIL	127SNE115	2,23	0,5237	49,99	11,385	52,2
ABRIL	12ECUA116	2,5	1,7384	35,74	11,075	72,5
ABRIL	12GUAY117	5,06	0,7808	62,57	21,302	218,7
ABRIL	12SANJ118	0,36	0,2409	6,32	1,971	4,4
ABRIL	12CALD119	1,9	0,7877	50,58	16,966	110,6
ABRIL	12HBUE120	2,22	2,7719	132,05	19,244	293,4
ABRIL	12CUMB121	1,74	0,4681	44,17	28,911	91,9

ABRIL	12CONO122	2,57	0,4611	34,38	11,904	60,4
ABRIL	12KENE123	1,28	0,5055	110,65	10,885	69,4
ABRIL	12CARC124	1,97	0,5854	73,86	10,034	58,5
ABRIL	12SFE125	1,63	0,8423	37,1	21,372	198,3
ABRIL	12SN126	0,72	0,3355	57,1	7,057	55,7
ABRIL	12SN2127	1,06	0,4687	41,73	24,218	79,4
ABRIL	12ITCHI128	1,01	0,5108	412,41	6,335	57
MAYO	13P129	2,03	0,7412	87,31	20,336	200,6
MAYO	13NA130	0,75	0,3099	16,96	7,285	52,8
MAYO	13SAP131	1,73	0,8349	51,01	24,099	274,7
MAYO	13CHB132	0,85	0,3204	25,05	5,772	44,3
MAYO	13PO133	0,68	0,2885	12,6	5,551	33,4
MAYO	13ROLD134	1,49	0,8507	40,24	16,041	72,1
MAYO	13YARU135	0,77	0,1546	14,66	4,977	27,5
MAYO	13COCHAP136	0,65	0,1902	13,4	3,500	22,8
MAYO	13AMAG137	1,22	0,5506	60,36	7,220	109,4
MAYO	13COTO138	0,2	0,1245	6,49	2,738	25
MAYO	13CHILLO139	0,8	0,5095	35,48	8,578	43,9
MAYO	13GUA140	1,46	0,9192	44,8	11,973	83,5
MAYO	13LCHIL141	0,37	0,2493	20,39	5,332	47,7
MAYO	13CENT142	0,53	0,2464	21,7	4,774	30,4
MAYO	13TUMB143	1,09	0,5939	26,25	8,194	47
MAYO	13AZUC144	0,78	0,4842	38,01	8,014	34,3
MAYO	13CAM145	0,48	0,3241	29,79	6,452	53
MAYO	13ECUA146	0,68	1,2053	33,28	6,834	60,1
MAYO	13GUAY147	1,17	0,6254	31,39	20,353	210,9
MAYO	13SANJ148	0,62	0,7251	18,66	4,848	33,4
MAYO	13CALD149	1,29	0,5002	34,3	13,381	99,9
MAYO	13HBUE150	1,12	3,2128	90,65	20,051	312,5
MAYO	13CUMB151	1,38	1,0577	66,61	23,367	419,1
MAYO	13CONO152	0,61	0,3638	19,03	7,587	37,4
MAYO	13KENE153	0,84	0,4518	40,43	10,965	57,4
MAYO	13CARC154	0,85	0,5256	17,29	6,761	26,8
MAYO	13SANFE155	1,72	1,2379	58,92	22,438	410,8
MAYO	13ITCHI156	0,83	0,7031	78,99	8,351	59,3
JUNIO	14P157	0,91	0,5153	32,07	17,374	77,6
JUNIO	14NA158	0,58	0,86	22,98	16,727	111,5
JUNIO	14CHB159	0,41	0,6117	35,9	17,269	85,6
JUNIO	14SAP160	2,7	2,7251	248,62	30,535	544
JUNIO	14PO161	0,37	0,3123	16,61	12,205	47,4
JUNIO	14ROLD162	1,24	0,9253	59,01	26,360	192,1

JUNIO	14YARU163	0,28	0,1356	14,89	9,782	42
JUNIO	14COCHAP164	0,23	0,373	33,58	13,711	38,9
JUNIO	14AMAG165	0,71	0,7006	43,34	17,090	93,9
JUNIO	14COTO166	0,34	0,318	24,93	15,444	29,6
JUNIO	14CHILLO167	0,52	0,6091	32,82	15,426	66,3
JUNIO	14BELI168	0,32	0,678	21,44	24,411	32,8
JUNIO	14GUA169	0,65	0,6592	29,14	0,008	148,5
JUNIO	14LCHIL170	0,33	1,055	18,13	13,845	49,4
JUNIO	14CENT171	0,31	0,3698	18,69	13,539	24,8
JUNIO	14TUMB172	0,52	0,9464	54,75	21,758	136,3
JUNIO	14AZUC173	0,3	0,5713	18,59	9,877	42,2
JUNIO	14CAM174	0,34	0,6577	18,85	11,174	47,4
JUNIO	14CARA175	0,64	0,5819	36,33	20,564	105,4
JUNIO	14ECUA176	0,34	0,5569	17,88	12,624	47,3
JUNIO	14GUAY177	0,85	0,9438	55,3	29,153	274,6
JUNIO	14SANJ178	0,54	0,8925	25,68	20,052	63,4
JUNIO	14CALD179	1,09	0,9834	59,49	24,632	215,5
JUNIO	14HBUE180	0,91	1,7871	67,84	23,759	311
JUNIO	14CUMB181	0,95	1,0579	38,35	36,306	446,1
JUNIO	14CONO182	0,62	0,5153	24,64	15,559	45,6
JUNIO	14KENE183	0,59	0,56	29,88	14,918	60,6
JUNIO	14CARC184	0,52	0,6922	28,66	19,679	74,1
JUNIO	14SFE185	1,57	1,3332	48,19	30,152	542,9
JUNIO	14SII186	0,9	1,2783	89,34	30,123	109,1
JUNIO	14GSUAR187	0,39	0,5154	18,81	11,324	31,3
JUNIO	14JIPI188	0,37	0,8084	26,81	12,987	58,3
JULIO	15P189	0,7	0,5552	28,07	18,052	58
JULIO	15NA190	0,87	1,0635	22,36	15,761	109,6
JULIO	15CHB191	0,56	0,5374	18,96	16,733	64,8
JULIO	15ROLD192	1,45	1,2526	60,9	31,545	206,3
JULIO	15JIPI193	0,76	0,8963	31,89	17,779	69,7
JULIO	15YARU194	0,17	0,1506	8,45	6,465	15,1
JULIO	15COCHAP195	0,9	0,496	23,16	15,552	39,1
JULIO	15AMAG196	0,53	0,5074	56,36	15,741	70,3
JULIO	15COTO197	0,55	0,4883	17,53	15,049	16,3
JULIO	15BELI198	0,4	0,6392	18,26	13,105	23,6
JULIO	15GUA199	1,15	1,2193	31,43	17,436	141,9
JULIO	15LCHILL200	0,89	0,8891	25,11	16,601	96,4
JULIO	15CENT201	0,63	0,5447	21,96	12,630	39
JULIO	15TUMB202	0,65	0,53	24,03	13,866	70,5
JULIO	15CHILLO203	0,6	0,8966	30,39	20,004	62,2

JULIO	15CALD204	1,02	0,8195	49,61	22,826	171,2
JULIO	15HBUE205	1,76	3,3738	114,46	35,425	814,2
JULIO	15CONO206	0,7	0,5653	28,9	12,782	54,8
JULIO	15KENE207	0,16	0,318	11,78	2,016	7,4
JULIO	15SII208	1,7	1,6912	111,32	31,704	242,3
JULIO	15GSUAR209	1,02	0,6313	28,68	15,030	49,6
JULIO	15AZUC210	0,47	0,9543	26,13	15,589	80,9
JULIO	15CAM211	1,08	0,8629	23,03	12,937	89,2
JULIO	15CARA212	0,64	0,5085	18,58	19,525	74,4
JULIO	15ECUA213	1,59	1,327	24,27	2,045	77,4
JULIO	15GUAY214	0,8	0,9261	29,44	32,462	192,5
JULIO	15SANJ215	1,05	1,3419	50,63	33,545	180,7
AGOSTO	16JIPI216	0,73	1,2942	25,67	17,348	160,4
AGOSTO	16NA217	0,13	0,7824	18,23	13,344	137,4
AGOSTO	16SAP218	0,77	0,5225	17,64	15,822	84,1
AGOSTO	16CHB219	1,12	1,0184	53,8	29,764	552,9
AGOSTO	16AMAG220	0,39	0,4387	31,35	8,052	92
AGOSTO	16ROLD221	3,25	1,6484	45,43	35,938	403,7
AGOSTO	16YARU222	0,62	0,4347	14,36	21,312	94,8
AGOSTO	16COCHAP223	0,68	0,8423	19,33	17,077	108,8
AGOSTO	16COTO224	0,47	0,7854	17,84	13,296	80,3
AGOSTO	16BELI225	0,53	0,947	16,04	18,118	132,3
AGOSTO	16GUA226	0,75	0,8859	19,3	20,466	116,1
AGOSTO	16LCHILL227	1,27	1,016	23,79	19,481	135,8
AGOSTO	16CENT228	0,57	0,5631	16,84	15,700	57,1
AGOSTO	16TUMB229	0,42	0,7096	18,17	18,056	109,3
AGOSTO	16CHILLO230	0,77	0,8071	25,86	18,322	107,3
AGOSTO	16AZUC231	0,52	0,907	22,28	23,600	80
AGOSTO	16CAM232	0,61	1,2847	22,58	16,237	105,5
AGOSTO	16CARA233	0,89	0,6254	18,65	22,443	127,5
AGOSTO	16ECUA234	0,48	0,5592	10,58	17,269	36,9
AGOSTO	16GUAY235	0,67	0,5555	18,69	26,705	128,8
AGOSTO	16SANJ236	0,7	2,0234	24,45	23,881	65,6
AGOSTO	16CALD237	0,91	0,5426	28,77	22,176	146
AGOSTO	16CUMB238	0,51	0,8941	14,9	21,086	84,5
AGOSTO	16CONO239	0,55	0,3029	18,16	13,999	41,4
AGOSTO	16KENE240	1,26	1,1401	43,41	24,940	230
AGOSTO	16CARC241	0,27	0,3866	15,89	15,410	41,8
AGOSTO	16SANFE242	2,49	1,3876	57,33	35,818	439,1
AGOSTO	16SII243	1,31	1,3989	95,5	27,118	213,4
AGOSTO	16GSUAR244	0,72	0,7512	45,95	19,845	91,6

AGOSTO	16ITCH245	0,89	0,6919	96,62	18,816	99,6
AGOSTO	16PO246	0,99	0,2867	10,45	12,543	44
SEPTIEMBRE	17P247	1,52	1,0984	62,6	22,783	229,9
SEPTIEMBRE	17NA248	1,65	0,9771	12,95	13,441	94,7
SEPTIEMBRE	17SAP249	1,01	2,7827	85,2	31,926	433,7
SEPTIEMBRE	17CHILI250	0,96	0,7	28	14,105	127
SEPTIEMBRE	17PO251	2,39	0,274	11,45	8,555	62,1
SEPTIEMBRE	17ROLD252	2,35	1,8111	113,6	19,680	407
SEPTIEMBRE	17JIPI253	0,81	2,6308	68,98	17,541	165,6
SEPTIEMBRE	17YARU254	1	0,6378	47,99	28,976	189
SEPTIEMBRE	17AMAG255	0,88	0,7613	70,34	12,392	159,8
SEPTIEMBRE	17COTO256	0,43	0,2659	20,5	7,471	26,2
SEPTIEMBRE	17BELI257	1,22	0,6988	47,22	11,865	79,1
SEPTIEMBRE	17GUA258	0,65	0,8231	30,78	10,495	53,5
SEPTIEMBRE	17LCHIL259	1,15	1,3337	33,91	16,172	72,9
SEPTIEMBRE	17CENT260	1,09	0,809	44,29	9,381	63,8
SEPTIEMBRE	17TUMB261	0,64	1,6074	47,55	12,700	87,2
SEPTIEMBRE	17CHILLO262	0,69	0,7111	45,04	13,465	63,5
SEPTIEMBRE	17AZUC263	1,53	1,5136	91,85	16,940	166,5
SEPTIEMBRE	17CAM264	0,96	1,1719	40,2	12,341	79,9
SEPTIEMBRE	17CARA265	0,98	0,8171	47,19	21,188	117,4
SEPTIEMBRE	17ECUA266	1,13	1,5422	24,5	15,595	47,5
SEPTIEMBRE	17GUAY267	1,22	0,9754	62,69	29,729	365,8
SEPTIEMBRE	17CALD269	2,3	1,0089	85,96	6,817	150,06
SEPTIEMBRE	17HBUENA270	1,99	3,5287	134,54	21,128	374,1
SEPTIEMBRE	17CUMB271	1,98	2,1645	157,02	36,984	501,7
SEPTIEMBRE	17KENE272	1,83	0,8137	103,77	28,102	284,5
SEPTIEMBRE	17CARC273	1,22	0,4897	45,76	8,370	143,4
SEPTIEMBRE	17SANTFE274	2,53	1,616	114,97	27,832	55,3
SEPTIEMBRE	17SII275	0,74	0,8658	87,14	18,171	507,2
SEPTIEMBRE	17ITCH276	0,8	0,9819	1251,57	13,670	150
SEPTIEMBRE	17GSUAR277	0,42	0,4621	41,78	7,017	130,5
OCTUBRE	18P278	2,09	0,9726	123,28	17,765	80,7
OCTUBRE	18NA279	0,92	1,117	42,8	17,606	348,7
OCTUBRE	18SAP280	0,98	1,1931	109,71	25,772	244,3
OCTUBRE	18CHB281	1,02	0,595	38,04	8,201	98,5
OCTUBRE	18PO282	1,96	0,3961	18,23	9,684	102,8
OCTUBRE	18ROLD283	1,81	1,7153	61,73	21,151	262,1
OCTUBRE	18JIPI284	0,39	1,1262	50,11	9,195	152,9
OCTUBRE	18YARU285	0,11	0,0047	1,66	0,889	10,3
OCTUBRE	18COCHAP286	0,04	0,0287	-3,1	0,980	7,1

OCTUBRE	18AMAG287	1,42	0,7246	114,54	12,649	203,6
OCTUBRE	18COTO288	0,4	0,2918	15,81	2,117	25,7
OCTUBRE	18BELI289	0,87	0,4975	38,88	5,658	60,1
OCTUBRE	18GUA290	0,91	1,4884	73,07	7,972	91,9
OCTUBRE	18LCHILL291	0,27	0,4234	66,17	4,581	88,5
OCTUBRE	18CENT292	1,11	0,4396	45,59	7,037	44,4
OCTUBRE	18TUMB293	0,64	0,4315	26,8	5,110	38,8
OCTUBRE	18CHILLO294	1,04	0,8475	66,65	13,515	142
OCTUBRE	18AZUC295	0,49	0,6386	45,93	9,398	72
OCTUBRE	18CAM296	0,61	0,8049	65,97	9,988	131,9
OCTUBRE	18CARA297	2,09	0,7854	54,9	13,821	121,1
OCTUBRE	18ECUA298	1,26	2,3775	42,24	11,584	92,4
OCTUBRE	18GUAY299	3,38	1,0639	46,9	17,511	216,1
OCTUBRE	18SANJ300	1,28	2,8696	54,51	8,563	76,8
OCTUBRE	18CALD301	1,45	0,6325	79,61	13,508	176,4
OCTUBRE	18HBUE302	0,9	1,8085	64,85	12,472	605,65
OCTUBRE	18CUMB303	0,85	0,8378	20,92	6,669	149,81
OCTUBRE	18CONO304	2,87	1,2847	133,35	19,061	446,11
OCTUBRE	18KENE305	1,09	0,6616	38,5	5,908	166,03
OCTUBRE	18CARC306	0,85	1,2616	46,25	6,723	86,74
OCTUBRE	18SFE307	1,62	1,2682	82,73	16,744	510,02
OCTUBRE	18SII308	0,62	0,5816	51,15	14,436	187,1
OCTUBRE	18GSUAR309	0,68	0,4224	52,23	5,602	171,52
OCTUBRE	18ITCHI310	0,66	0,4995	205,5	5,835	157,61
NOVIEMBRE	19P311	1,64	0,7506	48,38	10,145	244,08
NOVIEMBRE	19NA312	0,31	0,4522	27,66	6,858	125,68
NOVIEMBRE	19SAP313	0,53	1,0419	88,05	17,765	637,15
NOVIEMBRE	19CHB314	0,16	0,3853	25,49	5,165	91,99
NOVIEMBRE	19PO315	1,3	0,3988	22,66	7,235	136,82
NOVIEMBRE	19ROLD316	2,5	1,4447	80	15,774	314,66
NOVIEMBRE	19JIPI317	0,23	0,9186	78,57	6,766	323
NOVIEMBRE	19YARU318	1,31	0,423	18,09	10,794	63,65
NOVIEMBRE	19COCHAP319	0,98	0,9423	67,4	11,012	34,81
NOVIEMBRE	19AMAG320	0,75	0,4557	67,96	8,673	65,66
NOVIEMBRE	19COTO321	1,37	0,5566	29,35	6,275	82,55
NOVIEMBRE	19BELI322	0,65	0,6523	80,28	13,155	53,88
NOVIEMBRE	19GUA323	1,08	1,1477	62,61	10,584	189,53
NOVIEMBRE	19LCHILL324	0,22	0,4358	53,74	9,777	224,71
NOVIEMBRE	19CENT325	0,66	0,5915	80,62	12,943	157,77
NOVIEMBRE	19TUMB326	1,13	0,9061	43,31	12,996	159,41
NOVIEMBRE	19CHILLO327	1,14	0,6175	59,73	14,906	181,72

NOVIEMBRE	19AZUC328	0,84	0,8533	76,26	13,972	194,63
NOVIEMBRE	19CAM329	0,57	0,5648	40,93	10,526	34,88
NOVIEMBRE	19CARA330	1,23	0,6698	35,55	15,226	82,5
NOVIEMBRE	19ECU331	1,09	0,7641	40,36	12,299	160,97
NOVIEMBRE	19GUAY332	2,04	0,8509	47,52	20,281	259,24
NOVIEMBRE	19SANJ333	0,36	1,9015	56,68	12,657	96,53
NOVIEMBRE	19CALD334	1,44	0,584	45,53	12,798	161,16
NOVIEMBRE	19HBUE335	1,1	0,5933	19,28	13,076	157,18
NOVIEMBRE	19CUMB336	0,86	1,1249	41,39	14,624	177,59
NOVIEMBRE	19CONO337	0,97	0,6772	50,73	19,124	127,54
NOVIEMBRE	19KENE338	1,44	0,9308	100,62	17,525	187,41
NOVIEMBRE	19SFE339	1,09	1,763	77,35	18,660	313,53
NOVIEMBRE	19SII340	0,85	0,7916	55,46	14,525	162,18
NOVIEMBRE	19GSUAR341	0,34	0,4019	37,93	9,992	156,25
NOVIEMBRE	19ITCHI342	0,61	0,5063	148,52	8,010	68,67
DICIEMBRE	20P343	0,48	0,4896	19,75	10,359	51,34
DICIEMBRE	20NA344	0,43	0,5313	19,71	9,397	61,57
DICIEMBRE	20SAP345	0,71	0,7899	56,24	25,387	82,64
DICIEMBRE	20CHILI346	0,32	0,2976	12,64	5,774	26,45
DICIEMBRE	20PO347	0,42	0,227	10	5,488	10,4
DICIEMBRE	20ROLD348	0,79	0,6614	20,6	19,106	54,42
DICIEMBRE	20JIPI349	0,57	1,0363	28,47	7,821	31,66
DICIEMBRE	20YARU350	0,85	0,299	6,72	6,293	20,75
DICIEMBRE	20COCHAP351	0,4	0,866	49,02	16,302	40,6
DICIEMBRE	20AMAG352	0,69	0,4499	22,79	7,592	41,06
DICIEMBRE	20COTO353	1,18	0,302	4,86	2,629	5,48
DICIEMBRE	20BELI354	0,55	0,7052	21,4	6,920	18,63
DICIEMBRE	20GUA355	0,63	1,0506	17,8	6,066	14,41
DICIEMBRE	20LCHILL356	0,19	0,6657	13,23	4,707	13,76
DICIEMBRE	20CENT357	0,74	0,5427	24,17	6,481	15,17
DICIEMBRE	20TUMB358	0,78	0,6381	16,88	8,731	23,63
DICIEMBRE	20CHILLO359	0,72	0,7041	40,68	13,677	27,57
DICIEMBRE	20AZUC360	0,36	0,6903	25,22	8,259	19,31
DICIEMBRE	20CAM361	0,29	0,4094	8,03	3,910	7,39
DICIEMBRE	20CARA362	1,18	0,7025	18,23	22,886	47,16
DICIEMBRE	20ECUA363	1,6	1,2119	49,38	11,802	34,95
DICIEMBRE	20GUAY364	0,39	0,2793	6,08	7,454	12,78
DICIEMBRE	20SANJ365	0,3	0,296	20,02	5,466	11,14
DICIEMBRE	20CALD366	0,54	0,3858	20,63	16,639	19,88
DICIEMBRE	20HBUE367	0,92	1,8093	52,95	19,038	112,05
DICIEMBRE	20CUMB368	1,49	0,9651	20,46	11,696	58,74

DICIEMBRE	20CONO369	1,24	0,6755	30,26	24,078	56,07
DICIEMBRE	20KENE370	0,41	0,4378	17,58	5,608	11,36
DICIEMBRE	20SANFE371	0,54	0,6031	21,01	15,029	65,56
DICIEMBRE	20SII372	0,76	0,8865	28,04	14,795	77,75
DICIEMBRE	20GSUAREZ373	0,8	0,5794	13,51	6,475	38,28
DICIEMBRE	20ITCHI374	0,73	1,7501	22,84	10,313	37,78
DICIEMBRE	20CARC375	0,39	0,4523	9,91	12,116	21,55

BIBLIOGRAFIA

- (1) PAREDES M., Norma “Determinación de Metales pesados en el material particulado (PM10) del aire ambiente en el DMQ” 2008 Sangolquí – Ecuador
- (2) CABALLERO, Margarita, “Efecto Invernadero, Calentamiento Global y Cambio Climático”, México, pág. 3,7, 2007.
- (3) DOMINGO, Juan, Tecnología del Medio Ambiente, “Contaminación Atmosférica”, Tema 9, pág. 11-14, España, 2007
- (4) Departamento de Ingeniería Forestal, “Análisis de Aire”, Tema 17, pág. 2, 5, España, 2005.
- (5) MINGULLÓN BENGOCHEA, María Cruz “Composición y fuentes del material particulado atmosférico en la zona cerámica de Castellón. Impacto de la introducción de las mejores técnicas disponibles.”, 1, 6,7 pág., 2007.
- (6) SPIRO, Thomas G, STIGLIANI, William M, “Química Medio Ambiental” pág 225, 226,441, 447, 448, 452,453 – 455, Madrid-España, 2004.
- (7) Contaminantes Atmosféricos,
<http://www.jmarcano.com/recursos/contamin/catmosf2a.html>
- (8) Arboricultura Urbana y Medio Ambiente, <http://sanfern.iies.es/Pagina22.html>
- (9) VEGA, A. “Metales Pesados Presentes en el Agua”, pág. 2,6, Bolivia ,1985.
- (10) Secretaría de la coalición ciudadana anti incineración, “Caracterización de Múltiples Metales Particulados en el Aire de los alrededores de un Incinerador de Residuos Sólidos en Taiwán”, Sante fe - Argentina

- (11) DEPARTAMENTO DE SALUD Y SERVICIOS HUMANOS de los EE.UU., Servicio de Salud Pública Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades, Pág. 1, 2
- (12) MORENO, María Dolores, “Toxicología Ambiental. Evaluación del Riesgo para la Salud”, Mc Graw-Hill, España 2004, pág. 32, 203_206
- (13) RAISWELL, R.W, BRIMBLECOMBE, DENT, D.L, LISS, P.S, “Química Ambiental”, Barcelona – España 1983, pág. 4.
- (14) Nutrientes Secundarios Calcio, Azufre, Magnesio,
http://www.aebe.com.ec/data/files/DocumentosPDF/NEGOCIOS/SULFOCAL_nutrientes_secundarios.pdf
- (15) SUAREZ O. Omar, “Técnicas Practicas de Absorción Atómica”, Curso teórico practico de Absorción Atómica. 60 pág., 2007.
- (16) Schrenk, W.G. Applied Spectroscopy. 40 (1), XIX, 1986.
Van Loon, J.C. Analytical Atomic Absorption Spectroscopy. Academic Press, New York. 1980.
- (17) SKOOG, Hooler, Nieman, 2001, “Principios de Análisis Instrumental”, McGraw-Hill España 203-215, 219-239.
- (18) Norma Técnica Ecuatoriana de Calidad del Aire Ambiente, Basada en el Texto Unificado de legislación Ambiental (TULAS Libro IV, Anexo IV).
- (19) Normas de Calidad de Aire a Nivel Internacional,
http://www.ideam.gov.co/biblio/pagina_abierta/anexo%203.pdf
- (20) Información proporcionada por la CORPAIRE, Telf. (593-2) 2254151