



Universidad
Inca Garcilaso de la Vega
Nuevos Tiempos. Nuevas Ideas

Facultad de Ciencias Farmaceuticas y Bioquimica
Nuevos Tiempos. Nuevas Ideas

OFICINA DE GRADOS Y TITULOS

TESIS

**“DETERMINACION DE MATERIAL PARTICULADO EN
FRACCIÓN RESPIRABLE EN CONSTRUCCIONES DEL
DISTRITO DE JESUS MARIA, 2015”**

**PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
QUÍMICO FARMACÉUTICO Y BIOQUIMICO**

AUTORES:

Br. ROSARIO DIANA ROJAS REVOLO

Br. PAMELA ESBIETA HUAMAN SALAZAR

Asesor: Mg. Q.F. TOX. Henry Sam Montellanos Cabrera

Co Asesor: Q.F. Edgar Valentín Atocha

Fecha de sustentación de tesis: 14 de marzo de 2017.

LIMA – PERÚ

2017

DEDICATORIA

A Dios, por habernos permitido llegar hasta este punto y habernos dado salud para lograr nuestros objetivos, además de su infinita bondad y amor.

A nuestros padres, por ser el pilar fundamental en todo lo que somos, en toda nuestra educación, tanto académica, como de la vida, por su incondicional apoyo perfectamente mantenido a través del tiempo.

AGRADECIMIENTOS

El presente trabajo de tesis primeramente nos gustaría agradecerle a ti Dios por bendecirnos para llegar hasta donde hemos llegado, porque hiciste realidad este sueño anhelado.

Les damos gracias a nuestros padres por apoyarnos en todo momento, por los valores que nos han inculcado, y por habernos dado la oportunidad de tener una excelente educación. Sobre todo por ser excelente ejemplo de vida.

A la UNIVERSIDAD INCA GARCILASO DE LA VEGA por darnos la oportunidad de estudiar y ser profesional.

A nuestro Asesor y Co Asesor de tesis Dr. Henry Sam Montellanos Cabrera y al Dr. Edgar Valentín Atocha, por su esfuerzo y dedicación, quienes, con sus conocimientos, su experiencia y motivación han logrado en nosotras que podamos terminar la tesis con éxito.

También nos gustaría agradecer a nuestros profesores durante toda nuestra carrera profesional porque todos han aportado con un granito de arena a nuestra formación.

Son muchas las personas que han formado parte de nuestra vida profesional a las que nos encantaría agradecerles por su amistad, consejos, apoyo, ánimo y compañía en los momentos más difíciles de nuestras vidas

Para ellos: Muchas gracias y que Dios los bendiga.

RESUMEN

En la presente investigación se realizó una investigación para cuantificar a través de un método gravimétrico el material particulado en fracción respirable; esta investigación se llevó a cabo en los alrededores del distrito de Jesús María en las construcciones aledañas durante el año 2015.

En dicha investigación tuvo como objetivo determinar la cantidad de material particulado o conocido también como PM presente en las construcciones, y se comparó con las leyes actuales para verificar si se encontraban dentro o fuera del límite permitido según la normativa vigente en el país.

De acuerdo a las tomas de muestras de aire realizado en las diferentes construcciones del distrito de Jesús María, las cuales demostramos la excesiva cantidad de material particulado, utilizado en construcción, tal como el cemento que se utiliza en mayor cantidad pueden sobrepasan el límite máximo permisible si no se usan adecuadamente medios de contención o disminución de particulado suspendido en el aire, tales como la inmediata utilización de agua para que las partículas no puedan elevarse en el aire.

Se comparó nuestros valores con valores obtenidos con el SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGIA E HIDROLOGIA DEL PERU (SENAHMI) y pudimos visualizar e investigar que las tomas de muestra de nosotras fue en 15 minutos de acuerdo a los Valores límites umbrales (TLVs) en cambio de SENAHMI es de 24 Horas, de acuerdo al DS 074-2001 PCM.

En dicha investigación concluimos que el PM en la fracción respirable sobrepasa el límite máximo permisible y por lo tanto genera una contaminación ambiental. Además, se encontró presencia de sílice como contaminante ambiental como componente del cemento.

PALABRA CLAVE: Material Particulado menor a 10 micras, Contaminación ambiental, Sílice.

ABSTRACT

In the present research was carried out an investigation to quantify through a gravimetric method the particulate material in respirable fraction; this research was carried out in the surroundings of the district of Jesus Maria in the surrounding constructions during the year 2015.

The objective of this investigation was to determine the amount of particulate matter or also known as PM present in the constructions and compared with the current laws to verify if they were within or outside the limit allowed according to the current regulations in the country.

According to the air samples taken in the different constructions of the district of Jesus Maria, which demonstrate the excessive amount of particulate material, used in construction, such as the cement that is used in greater quantity can exceed the maximum allowable limit. If airborne particulate containment or reduction means such as the immediate use of water is not used properly so that the particles can not rise in the air.

We compared our values with values obtained with the NATIONAL SERVICE OF METEOROLOGY AND HYDROLOGY OF PERU (SENAHMI) and we were able to visualize and investigate that the samples taken from us was in 15 minutes according to the Limit Values (TLVs) in exchange for SENAHMI 24 Hours, according to DS 074-2001 PCM.

In this investigation we conclude that the PM in the respirable fraction exceeds the maximum permissible limit and therefore generates an environmental contamination. In addition, silica was present as an environmental pollutant as a cement component.

KEY WORD: Particulate matter less than 10 microns, Environmental contamination, Silica.

INDICE

I.	CARÁTULA.	i
II.	DEDICATORIA.	ii
III.	AGRADECIMIENTOS.	iii
IV.	RESUMEN.	iv
V.	ABSTRACT.	v
VI.	ÍNDICE.	vi
VII.	ÍNDICE DE TABLAS.	viii
VIII.	ÍNDICE DE GRÁFICOS.	ix
IX.	INTRODUCCIÓN.	xii
X.	CONTENIDO.	
	CAPITULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.	1
	1.1 Descripción de la Realidad Problemática.	1
	1.2 Identificación y Formulación del problema.	1
	1.2.1 Problema General	1
	1.2.2 Problema Especifico	1
	1.3 Objetivos de la investigación.	2
	1.3.1 Objetivo General.	2
	1.3.2 Objetivo Específico.	2
	1.4 Justificación e importancia de la investigación.	2
	CAPITULO II: MARCO TEÓRICO	3
	2.1 Antecedentes de la Investigación	3
	2.2 Bases Legales	6

2.1.1 Normas Legales Nacionales	6
2.1.2 Normas Legales Internacionales	13
2.3 Bases teóricas	14
2.4 Formulación de Hipótesis.	62
2.4.1 Hipótesis general.	62
2.4.2 Hipótesis Específica.	62
2.5 Operacionalización de variables e Indicadores	63
2.6 Definición de términos	63
CAPITULO III: METODOLOGÍA	
3.1 Tipo y nivel de investigación	64
3.2 Diseño de investigación	64
3.3 Población y muestra	64
3.4 Técnica e instrumentos de la recolección de datos.	66
3.4.1. Descripción de instrumentos.	66
3.4.2. Validación de Instrumentos	66
CAPITULO IV: PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS	
4.1 Procesamiento de datos: resultados.	76
4.2 Discusión de resultados.	81
CAPITULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	
5.1 Conclusiones.	83
5.2 Recomendaciones.	83
Referencias bibliográficas	84
ANEXOS	90

ÍNDICE DE TABLA

	PAG.
Tabla N° 1 Marco normativo peruano aplicado a ECAS.	13
Tabla N° 2 Evaluación de agentes químicos.	14
Tabla N° 3 Estándares nacionales de calidad ambiental del aire 2013.	26
Tabla N° 4 Diferencias entre las ECAS y los LMP.	27
Tabla N° 5 Tamaño de partícula y capacidad de penetración.	30
Tabla N° 6 Valores límite de las partículas PM ₁₀ en condiciones ambientales para la protección de la salud.	39
Tabla N° 7 Valores objetivo y límite del material particulado en condiciones ambientales para la protección de la salud.	39
Tabla N° 8 Valores límites de PM ₁₀ , según la OMS.	40
Tabla N° 9 Valores límites de PM _{2.5} , según la OMS.	40
Tabla N° 10 Lista de riegos primarios relacionados a oficios de construcción.	45
Tabla N° 11 Resultados del análisis de las muestras (promedio de 3 lecturas)	77
Tabla N° 12 Determinación de silicio por ICP-MS	78

ÍNDICE DE GRÁFICOS

		PAG.
GRAFICO Nº 1	Obra de construcción municipal, ubicada en plaza San José.	93
GRAFICO Nº 2	Obra de construcción particular, ubicada en Av. de la Peruanidad (Campo de Marte).	93
GRAFICO Nº 3	Obra de construcción particular, ubicada en Av. Mariátegui y Pachacutec.	94
GRAFICO Nº 4	Obra de construcción particular, ubicada en Av. Mello Franco Cdra. 05.	94
GRAFICO Nº 5	Obra de construcción particular, ubicada en Av. Huayna Capac.	95
GRAFICO Nº 6	Obra de construcción particular, ubicada en Av. San Felipe Cdra 05.	95
GRAFICO Nº 7	Obra de construcción particular, ubicada en Av. Huiracocha Cdra 01.	96
GRAFICO Nº 8	Obra de construcción particular, ubicada en Av. Huiracocha Cdra 01.	96
GRAFICO Nº 9	Obra de construcción particular, ubicada en Av. Mello Franco Cdra. 02.	97
GRAFICO Nº 10	Obra de construcción particular, ubicada en Av. Estados Unidos y San Felipe.	97
GRAFICO Nº 11	Obra de construcción particular, ubicada en la av. San Felipe cdra. 08.	98
GRAFICO Nº 12	Obra de construcción particular, ubicada en Olavegoya Cdra. 08.	98
GRAFICO Nº 13	Obra de construcción particular, ubicada en Av. Gral Garzón.	99
GRAFICO Nº 14	Obra de construcción particular, ubicada en Av. San Felipe Cdra 09.	99

GRAFICO N°15	Obra de construcción particular, ubicada en Cayetano Heredia Cdra 01.	100
GRAFICO N°16	Obra de construcción particular, ubicada en Av. Talara cdra. 01	100
GRAFICO N°17	Obra de construcción particular, ubicada en av. Fco. Javier Mariategui cdra. 12.	101
GRAFICO N°18	Obra de construcción particular, ubicada en Fco. Javier Mariátegui cdra. 11.	101
GRAFICO N°19	Obra de construcción particular, ubicada en Mello Franco Cdra. 03.	102
GRAFICO N°20	Obra de construcción particular, ubicada en Jr. Caracas Cdra. 02.	102
GRAFICO N°21	Obra de construcción particular, ubicada en Jr. Hemilio Valdizan.	103
GRAFICO N°22	Obra de construcción particular, ubicada en Jr. Estados Unidos cdra. 03.	103
GRAFICO N°23	Toma de muestra-analista 1.	104
GRAFICO N°24	Toma de muestra-analista 2.	104
GRAFICO N°25	Calibración de la balanza analítica.	105
GRAFICO N°26	Observación de la presión en el equipo.	105
GRAFICO N°27	Vestimenta adecuada para el análisis de las muestras.	106
GRAFICO N°28	Protección del analista para realizar el análisis de muestras.	106
GRAFICO N°29	Codificación y conteo de muestras a analizar.	107
GRAFICO N°30	Pesaje de las muestras.	107
GRAFICO N°31	Porcentaje individual de cada una de las muestras en ug.	108
GRAFICO N°32	Representación del peso en microgramos (ug) de cada muestra.	109
GRAFICO N°33	Representación del volumen muestreado en metros cúbicos (m ³) de cada muestra.	110
GRAFICO N°34	Confrontación entre la concentración en ug/m ³ de particulado en muestra.	111

GRAFICO N°35	Representación del peso en gramos de los filtros desecados.	112
GRAFICO N°36	Representación del peso filtros más muestra en Gramos.	113
GRAFICO N°37	Representación del peso del filtro más muestra en microgramos.	114
GRAFICO N°38	Escaneo de la solicitud de relación de licencias de construcción en el distrito de Jesús María.	122
GRAFICO N°39	Escaneo de la solicitud de número de licencias de construcción entre el mes de enero – agosto del 2015.	123
GRAFICO N°40	Escaneo del listado de licencias de construcción otorgadas de enero a julio del 2015.	124
GRAFICO N°41	Escaneo del recibo de pago a la municipalidad de Jesús María; por acceso a la información.	125
GRAFICO N°42	Escaneo de la solicitud al padre de la parroquia San Antonio de Padua, para la toma de muestra en construcciones aledañas.	126
GRAFICO N°43	Escaneo del expediente de la copia simple de la relación de licencias de construcciones en el distrito de Jesús María.	127
GRAFICO N°44	Curva de calibración del Silicio. (ppm).	128
GRAFICO N°45	Análisis de Varianza de un factor.	129

INTRODUCCIÓN

El Estado para asegurar una buena Calidad del Aire establece los Estándares de Calidad Ambiental (ECA de Aire) que fijan el nivel máximo de contaminantes presentes en el aire, previniendo que se ponga en riesgo la salud de la población y el ambiente y estos se encuentran enmarcados al D.S. 074-2001 PCM.⁽¹⁾

Se ha apreciado que una de las actividades que pudiera causar más particulado respirable son en las construcciones de obras públicas y privadas, las cuales por el auge en este sector hay mayor demanda de obras y por lo tanto podría existir mayor producción de material particulado en el medio ambiente.

Se propuso realizar una determinación del tamaño de partícula en las construcciones del Distrito de Jesús María y se comparó con los valores de la legislación Peruana D.S. 074-2011 PCM. Se pudo apreciar que por un tema de costos y accesibilidad, se tomó en cuenta sólo las partículas menores a 10 micras (PM 10).

El trabajo de investigación se divide en cinco capítulos:

El primer capítulo es el planteamiento del problema, en la cual de acuerdo a los antecedentes nacionales e internacionales nos planteamos si es que los niveles de tamaño de partículas en fracción respirable, en el distrito de Jesús

María sobrepasa el límite máximo permisible de acuerdo al D.S. 074-2001 PCM.

En el Segundo capítulo, marco teórico proponemos fundamentación teórica para poder realizar la parte experimental, abarcamos temas como las bases legales nacionales e internacionales y plantamos la hipótesis la cual contrastamos con los resultados obtenidos en la parte experimental.

En el tercer capítulo La metodología que se utilizó fue no experimental, transversal y cuantitativa en una población de construcciones del distrito de Jesús María, la cual se tomó 30 muestras por triplicado a diferentes horas de la Jornada laboral. Se utilizó la toma de muestra en 15 minutos (TLV Steel). Se solicitó a la Municipalidad de Jesús María información sobre licencias autorizadas construcciones, la cual nos brindó información de 47 licencias autorizadas a Julio del 2015.

Los procesos que se han tomado en consideración son los que se encuentran enmarcados en el INS-IT 02, la cual se realizó un análisis gravimétrico de material particulado.

En el cuarto capítulo se pudo realizar la presentación y análisis de resultados, la cual se realizó en un laboratorio particular por análisis gravimétrico. Se trabajó con el paquete estadístico de Excel.

En el Quinto capítulo se pudo apreciar que los resultados obtenidos en laboratorio sobrepasan el límite máximo permisible de acuerdo al D.S. 074-2001 PCM. Hasta en ochenta veces el límite máximo permisible.

CAPÍTULO I:

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Descripción de la Realidad Problemática

Las partículas en suspensión son aquellas sustancias suspendidas en el aire, y pueden tener un tamaño de entre 10 micras y 2.5 micras, de ahí su nombre partículas con un diámetro aerodinámico inferior a 2,5 micras (P.M. 2.5) y partículas con un diámetro aerodinámico inferior a 10 micras (P.M.10). La fuente de estas emisiones es proveniente del transporte o de las industrias cementeras, de concreto, de cerámicas o de construcción. Pueden contener composiciones químicas como aluminio, silicio, calcio, potasio, hierro, zinc, vanadio, plomo, titanio y otros orgánicos de elevada toxicidad. Estas composiciones afectan el sistema respiratorio humano ocasionando grandes peligros y enfermedades; así mismo, afectan el ambiente, animales y vegetales. ¹

Las partículas en suspensión sobre los humanos causan enfermedades que se podrían llegar hasta la muerte. La mayoría de las enfermedades son respiratorias y cardiovasculares, son de categoría agudas, acumulativas y crónicas. Debido al pequeño tamaño que obtiene las sustancias químicas, pueden ingresar fácilmente al aparato respiratorio deteriorando profundamente los pulmones y el resto del organismo. ²

1.2 Identificación y Formulación del Problema

1.2.1. Problema General:

1. ¿En qué medida el material particulado sobrepasa en fracción respirable el límite máximo permisible en construcciones del distrito de Jesús María, 2015?

1.2.2. Problemas Específicos

1. ¿En qué medida los pesos del material particulado superan en fracción respirable el límite máximo permisible?

2. ¿Existirá presencia de sílice como contaminante en material particulado?

1.3. Objetivos de la Investigación

1.3.1. Objetivo General

1. Determinar en qué medida el material particulado sobrepasa en la fracción respirable el límite máximo permisible en construcciones del distrito de Jesús María, 2015

1.3.2. Objetivo Específico

1. Determinar en qué medida los pesos del material particulado superan en fracción respirable el límite máximo permisible.
2. Determinar la presencia de Sílice como contaminante del material particulado

1.4 Justificación e Importancia de la Investigación

El presente trabajo pretende contribuir con el conocimiento sobre el material particulado presente en la fracción respirable en construcciones del distrito de Jesús María, contribuyendo así a dar respuesta al aumento de contaminantes producido por la actividad constructora y los posibles daños sobre la salud a las personas expuestas a estos contaminantes. El presente estudio beneficiaría a la comunidad de Jesús María, porque al demostrar los posibles daños sobre la salud se tendrán en cuenta medidas preventivas y correctivas en las personas y empresas involucradas. Asimismo, se evalúa mejorar el sistema de gestión en empresas y autoridades para regular el sistema ambiental.

1.5 Limitaciones de la Investigación

1.5.1. Limitación Interna: La presente investigación limita sus resultados en la medida que los datos obtenidos son válidos sólo para la muestra en estudio no pudiendo extenderse a otras muestras similares sin el control de las variables en estudio

1.5.2. Limitación externa: Referidas en torno a lo siguiente; disponibilidad presupuestaria y la obtención de recursos económicos para la ejecución del programa experimental y otros recursos materiales, disponibilidad de tiempo

para recolección de datos y búsqueda de información, así como establecer las coordinaciones administrativas a fin de aplicar la variable independiente.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN.

Alvarado Zúñiga, 2010. Estudio integrado de factores que influyen sobre la contaminación atmosférica por material particulado respirable de Pudahuel. El objetivo fue identificar los factores que originan los altos niveles de contaminación por PM10 en la comuna de Pudahuel a fin de disminuir las concentraciones máximas observadas en esa zona de la ciudad y contribuir al mejoramiento de la gestión de su calidad del aire y de la ciudad de Santiago. Dividieron el estudio en dos etapas: la primera corresponde a la Identificación y estudio de las causas que originan concentraciones elevadas de PM10 en el sector de Pudahuel durante días de episodios críticos de contaminación en Santiago; la segunda, a la propuesta de medidas que permitan reducir la ocurrencia de altas concentraciones de PM10 mejorando con ello la calidad de aire en Pudahuel y en Santiago. Concluyeron que las concentraciones de PM10 muestra que, a pesar de las disminuciones constatadas en todas las estaciones de la red de monitoreo de Santiago (cercasas a 50%), producto de las medidas del plan de prevención y descontaminación para la Región Metropolitana establecido el año 1997, se continúa superando la normas primaria para material particulado para la protección de la salud de las personas. Las concentraciones de PM10 en todas las estaciones de la red MACAM tienen un marcado ciclo anual, tanto de la fracción fina (menor a 2,5 μm) como de la fracción gruesa (entre 2,5 y 10 μm), con un fuerte aumento de los niveles entre abril y agosto. Durante estos meses, producto de las malas condiciones de ventilación, especialmente durante episodios tipo A, las mayores concentraciones horarias y diarias de PM 10 ocurren en Pudahuel llegando a niveles considerados peligrosos para la salud de las personas, lo cual conduce a la aplicación de medidas especiales de control y reducción de emisiones en toda la Región Metropolitana³.

Herrera Díaz, Clemente, 2011. Distribución espacial vertical de las partículas en suspensión PM10 del medio atmosférico urbano en segunda Jerusalén – Rioja - San Martín – Perú. El objetivo central del estudio fue determinar el material particulado en suspensión en el medio atmosférico de la población de Segunda Jerusalén. El objetivo específico fue plantear la evaluación de los impactos ambientales potenciales de la materia particulada en suspensión y el planteamiento de medidas de control, mitigación y prevención de la contaminación atmosférica, producida por el material particulado PM10. Para lograr los objetivos evaluaron un programa de monitoreo del aire en dos etapas y teniendo en consideración las estaciones del año. La primera etapa (época de invierno), se realizó del 25 de abril al 02 de mayo del año 2009 y la segunda etapa (época de verano) se realizó del 12 al 19 de setiembre del mismo año, para ambos casos se utilizó un equipo de muestreo automático y se determinó la cantidad de partículas en suspensión de tamaño igual o menor que 10 μm (PM10). Luego, evaluaron los impactos ambientales potenciales aplicando métodos matriciales. El estudio concluye, indicando que la calidad del aire del medio atmosférico en la población de Segunda Jerusalén, en lo referente a material particulado en suspensión concerniente a partículas PM10, cumple las normas legales peruanas, pero se confirma la presencia de ese material en promedios cuyas cantidades son de 10.14 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ para la época de invierno y 13.37 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ para la época de verano, presentándose concentraciones más altas. El (D. S N° 074-2001-PCM), menciona que los Límites Máximos Permisibles (LMP), para material particulado PM10, corresponden a concentraciones de 150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.⁴

Salinas Vela, 2012. Contaminación atmosférica por material particulado y consultas de urgencias por morbilidad respiratoria en menores de 5 años en la ciudad de Valdivia. Evaluaron la asociación entre los índices PM 2,5 y el número de consultas de morbilidad por causas respiratorias en menores de 5 años inscritos en el Consultorio Externo Valdivia. Concluyen que la contaminación atmosférica es un problema de salud pública prioritario en Chile, en especial en las ciudades con mayores índices de contaminación y

que en la época de invierno, los índices de contaminación aumentan, consecuencia de la combustión incompleta de fósiles utilizados como combustible sumado a la variación de las variables climatológicas (temperatura, presión atmosférica, humedad).⁵

Pérez Vidal, Lunagómez Rocha, 2008. Análisis de partículas suspendidas totales (PST) y partículas fracción respirable (PM10), en Cunduacán, Tabasco. En Tabasco los problemas de contaminación atmosférica, solían relacionarse con el desarrollo de la industria petrolera en la entidad, con emisiones de los Ingenios Azucareros, quemas de pastizales y la Industria Cementera entre las fuentes más importantes. En 1998 durante el mes de mayo se registró una "contingencia atmosférica" en donde un día superó el valor máximo permisible para SO₂ (0.13 ppm), seis días para O₃ (0.110 ppm) y dos días se midieron valores de 850–1300 /µm⁻³ de PTS, cuando la norma establece 260 /µm⁻³. Concluyen que la principal fuente de emisión que coincidió con los meses que registraron altas concentraciones de partículas monitoreadas en Cunduacán, eran los incendios agropecuarios. De acuerdo con los resultados obtenidos, los niveles de PTS más altos se presentaron en los meses de abril y mayo del año 2003; dos días se superó la norma de 260 /µm⁻³. En cuanto a las PM10, ocho días se rebasó la norma (150 /µm⁻³), esto sucedió sobre todo en la época de sequía, periodo en el cual se prepara a la tierra para el cultivo y comúnmente se realiza la quema de pastizales lo que causa una gran emisión de partículas. Al respecto Protección Civil reporta que durante el mes el de abril del 2003 en Cunduacán, se registraron 30 controles de incendios. En mayo reportaron 39, originándose estos en predios baldíos urbanos, quemas de pastizales y agropecuarios; mientras que en junio, julio y agosto se reportaron 11, en septiembre 2, en octubre ninguno y en noviembre 2 controles de incendios. Los incendios agropecuarios afectaron un total de 411 hectáreas de enero a noviembre del 2003, de los cuales sólo el 75% pudieron ser controlados. Además, en mayo del año 2003, la Secretaría de Salud manifestó que la contaminación ambiental generada por la quema de pastizales rebasó la Norma Oficial Mexicana, de 150µm⁻³ y ante ello,

exhortó a la población tabasqueña a tomar medidas preventivas para evitar enfermedades respiratorias.

2.2. BASES LEGALES.

2.2.1 NORMAS NACIONALES:

Actualmente, el país cuenta con el Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental del Aire, aprobado mediante Decreto Supremo N° 074-2001-PCM que es un documento de gestión de la calidad del aire en el país, el cual contribuye a determinar los criterios para la protección de la calidad ambiental, así como los lineamientos estratégicos para alcanzar progresivamente la protección de la salud de las personas. El Decreto Supremo N° 074-2001-PCM en su artículo 12 señala que el monitoreo de la calidad del aire y la evaluación de los resultados en el ámbito nacional es una actividad de carácter permanente, a cargo del Ministerio de Salud a través de la Dirección General de Salud Ambiental (DIGESA), quien podrá encargar a instituciones públicas o privadas dichas labores.⁷

Por otra parte, se cuenta con el Reglamento de los Niveles de Estados de Alerta Nacionales para Contaminantes del Aire, aprobado mediante Decreto Supremo N° 009- 2003-SA, documento de gestión que permite la implementación de un conjunto de medidas predeterminadas para la prevención de riesgos a la salud y la exposición aguda de la población a los contaminantes del aire. Es por ello, que los datos generados de los programas de monitoreo de la calidad del aire debe contar con un nivel establecido de confiabilidad y comparabilidad, pues serán una herramienta fundamental para la toma de decisiones; de ahí la necesidad de elaborar un protocolo de monitoreo de la calidad del aire que considere los criterios de aseguramiento y control de la calidad y estandarice los procedimientos para la operación y manejo de las redes de monitoreo.⁸ (Anexo 1)

También se encuentra la Norma Legal de los Límites máximos permisibles y valores referenciales para las actividades industriales de cemento, cerveza, curtiembre y papel. Decreto Supremo N° 003-2002 - Artículo 6°: Programas de Monitoreo para los subsectores cemento y papel, Las empresas del Subsector Cemento deberán desarrollar un Programa de Monitoreo de dos años para el parámetro SO con una frecuencia semestral, según lo establecido en el Protocolo de Monitoreo de Emisiones Atmosféricas aprobado mediante Resolución Ministerial No 026- 2000-ITINCI-DM; a fin de contar con la línea base correspondiente que permita establecer el Límite Máximo Permisible para este parámetro.⁹

Desde 1930 se van efectuado investigaciones sobre los efectos ejercidos por diversas sustancias como antídotos del polvo en el caso de pacientes con silicosis. En 1932 Kettle demostró que las partículas de polvo de sílice recubiertas con óxido de hierro no causan fibrosis en los pulmones de los animales, por lo que el hierro podría ser considerado como un antídoto de la sílice no habiéndose llegado a tener una aplicación práctica de este ensayo. En 1939 (Denny y Cols) y en 1944 (Gardner y Cols) mencionaron que tanto el polvo de aluminio como la alúmina hidratada protegen a los animales contra el comienzo de la silicosis. Gardner halló también que la alúmina hidratada aumenta la susceptibilidad de los animales a la tuberculosis lo que fue desmentido por Kennedy en 1956. Este mismo investigador hizo un estudio en 120 voluntarios haciéndolos inhalar aluminio durante 3 años y medio, valorándoles su estado cada año. Observó que no había diferencias importantes en el comportamiento de los enfermos con los controles, tampoco había desaparición del cuadro radiográfico (Hunter).

En la Octava Conferencia Internacional de Enfermedades Ocupacionales del pulmón, llevada a cabo en Praga en 1992 se presentó un estudio realizado en ovejas por médicos de la

Universidad de Montreal, Canadá, pensando en la reducción de la actividad biológica del cuarzo por modificación de su superficie química. En el grupo de ovejas con silicosis se usaron inyecciones intra traqueales de 100 mg. de Minisul al 5% en solución salina.¹⁰

Sagástegui, A. Propuesta para reducir las emisiones de polvo fugitivo en el proceso productivo de una empresa cementera. Perú, 2012; Concluye que proceso productivo de una cementera tiene siempre el riesgo común de la contaminación, pese a que existen leyes reguladoras de estos desprendimientos, siempre existe una cantidad mínima de contaminación dañina o no, en los procesos. El polvo fugitivo es una de ellas, se le conoce como polvo fugitivo a todo desprendimiento incontrolable, no deseable, imprevisto y que suelen escaparse del sistema de control de contaminación de la empresa. Estos polvos desprendidos pueden ser de menor importancia a comparación de otros gases contaminantes del proceso productivo; sin embargo, poco a poco se generan costos ocultos que a lo largo del año se tornan importantes. Entonces, el desprendimiento de polvo fugitivo es dañino para la salud, para las máquinas y equipos.

Se tiene como evidencia el problema dañino en la salud por los efectos respiratorios que ocasionan en los trabajadores, se estima que el 68% de la población podría experimentar efectos respiratorios por los efectos contaminantes totales, esto quiere decir que el desprendimiento de polvo se debe considerar importante para poder reducir la contaminación.¹¹

2.2.1.1. NORMATIVA LEGAL PERUANA, HISTORICO.

➤ 1964

Decreto Supremo N° 42-F: Reglamento de Higiene y Seguridad Industrial. 26/05/1964.

➤ **1982**

Decreto Supremo N° 049-82-ITI/ND: Normas a que están sujetas las empresas industriales en materia de seguridad e higiene industrial. 08/10/1982

➤ **1992**

Decreto Supremo. N° 014-92-EM. TUO de La Ley General de Minería. 04/06/1992

➤ **1993**

Constitución Política del Perú. Artículos 2º, 7º, 9º, 10º, 11º, 22º, 23º y 59º.

Decreto Supremo N° 039-93-PCM: Reglamento de Prevención y Control del Cáncer Profesional. 28/06/1993

Decreto Supremo N° 007-93-TR: Modifican el Reglamento de Prevención y Control del Cáncer Profesional. 23/07/1993

Resolución Suprema. 014-93-TR: Lineamientos de la Clasificación Radiográfica Internacional de la OIT para evaluación y diagnóstico de la Neumoconiosis. 23/08/1993

Decreto Supremo N° 039-93-PCM, modificado por Decreto Supremo N° 007-93-TR el Decreto Supremo N° 007-93 - Reglamento de prevención y control de cáncer profesional. 11/06/1993.

➤ **1997**

Decreto Supremo N° 009-97-EM. Reglamento de Seguridad Radiológica. 20/05/1997.

Decreto Supremo N° 019-97-EM: Reglamento para los establecimientos de gas licuado de petróleo para uso automotor-gasocentros. 05/09/1997.

Resolución Ministerial. 090-97-TR/DM. Crean Registro de Entidades Empleadoras que desarrollan actividades de Alto Riesgo. 31/10/1997.

➤ **1998**

Decreto Supremo N° 003-98-SA. Normas Técnicas del Seguro Complementario de Trabajo de Alto Riesgo. 14/04/1998

- **2001**
Decreto Supremo N° 024-2001-SA. Reglamento de la Ley de Trabajo del Médico. 21/06/2001

- **2002**
Ley N° 29245. Ley que regula los servicios de tercerización. 09/01/2002

- **2005**
Decreto Supremo N° 015-2005-SA. Valores Límite Permisibles para agentes químicos en el ambiente de trabajo. 06/07/2005

- **2006**
Ley N° 28806. Ley General de Inspección de Trabajo. 22/07/2006
Decreto Supremo N° 019-2006-TR. Reglamento de la Ley General de Inspección de Trabajo. 09/10/2006

- **2007**
Resolución Ministerial N° 161-2007-MEM/DM. Reglamento de seguridad y salud en el trabajo de las actividades eléctricas. 18/04/2007

- **2008**
Decreto Supremo N° 003-2008 MINAM.
Artículo 1° Aprobación de Estándares de Calidad Ambiental para Aire Aprobar los Estándares de Calidad Ambiental para Aire que se encuentran contenidos en el Anexo I del presente
Artículo 2°.- Normas complementarias

El Ministerio del Ambiente dictará las normas para la implementación de los Estándares de Calidad Ambiental para Aire y para la correspondiente adecuación de los Límites Máximos Permisibles.
Artículo 3°.- Vigencia de Estándares de Calidad Ambiental para Aire establecidos para el dióxido de azufre.

Los Estándares de Calidad Ambiental para Aire establecidos para el Dióxido de Azufre en el Decreto Supremo N° 074-2001-PCM mantienen su vigencia hasta el 31 de diciembre de 2008.

Conforme a lo establecido en el Anexo I del presente.

➤ **2009**

Decreto Supremo, los nuevos Estándares de Calidad Ambiental establecidos para el Dióxido de Azufre entrarán en vigencia a partir del primero de enero.

➤ **2010**

Decreto Supremo N° 008-2010-SA. Reglamento de la Ley Marco de Aseguramiento Universal en Salud. 06/09/2010

Resolución Ministerial N° 069-2010/MINSA Aprueban el documento técnico “Evaluación y calificación de la invalidez por accidentes de trabajo y enfermedades profesionales.

➤ **Ley 28611**

Ley General del Medio Ambiental en Perú

DS 015-2005-SA

Reglamento sobre Valores Limite Permisible para Agentes Químicos en el Ambiente

D.S. N° 039-93-PCM

Reglamento de prevención y control del cáncer profesional

Publicado en el Diario Oficial El Peruano, 28 de junio de 1993

R.S. N° 014-93-TR

Adoptan para evaluación y diagnóstico de la neumoconiosis los lineamientos de la clasificación radiográfica—internacional de la OIT (23-08-93) (28-08-93).

Publicado en el Diario Oficial El Peruano, 23 de agosto de 1993.

12

2.2.1.2. MARCO NORMATIVO PERUANO APLICADO A ESTANDARES DE CALIDAD AMBIENTAL DEL AIRE (ECAS)

Hay muchos factores que afectan la calidad del aire que respiramos como por ejemplo, la presencia de sustancias contaminantes como gases o partículas generadas de manera natural o por actividades desarrolladas por el hombre, es por ello que en el Perú, la calidad del aire se basa en el cumplimiento de los Estándares de Calidad Ambiental de Aire (ECA Aire), que establecen niveles objetivo para la presencia de contaminantes en el aire, de modo que al mantenerse bajo estos niveles no representen riesgo a la salud de la población ni al ambiente.¹³

Siendo los Estándares de Calidad Ambiental del Aire, un instrumento de gestión ambiental prioritario para prevenir y planificar el control de la contaminación del aire sobre la base de una estrategia destinada a proteger la salud, mejorar la competitividad del país y promover el desarrollo sostenible.¹⁶

Los estándares de calidad ambiental de aire se deben regir bajo las bases legales para el medio ambiente.¹⁴

NORMA	DESCRIPCION
Ley N° 28611	Ley General del Ambiente
D.S. N° 074-2001-PCM	Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental del Aire (Art. 12 y 13).
Decreto Supremo N° 069-2003- PCM	Establece el valor anual de concentración de plomo
D.S. N° 033-2007-PCM	Procedimiento para la aprobación de estándares de calidad ambiental del aire y límites permisibles

	de contaminación ambiental.
D.S. N° 003-2008-MINAM	Aprueban Estándares de Calidad Ambiental para Aire.
Decreto Supremo N° 006-2013-MINAM	Aprueban Disposiciones Complementarias para la aplicación de Estándar de Calidad Ambiental (ECA) de Aire
Resolución Ministerial N° 205-2013- MINAM	Establecen las Cuencas Atmosféricas a las cuales les será aplicable los numerales 2.2 y 2.3 del artículo 2° del D.S. N° 006-2013-MINAM, que aprueba Disposiciones Complementarias para la Aplicación del Estándar de Calidad Ambiental (ECA) de Aire

Tabla N° 1. Marco normativo peruano aplicado a ECAS.

2.2.2- NORMAS INTERNACIONALES:

- Los Tratados Internacionales en materia de derechos humanos entienden el derecho a la salud de los trabajadores como un derecho fundamental. Así en la Declaración Universal de los Derechos Humanos aprobada por la Asamblea General de las Naciones Unidas en 1948, e incorporada en nuestro ordenamiento interno por Resolución Legislativa N°.13282 de diciembre de 1959, se señala (Art. 3°) el derecho de toda persona al trabajo y a condiciones equitativas y satisfactorias de trabajo.
- El Pacto Internacional de Derechos Económicos, Sociales y Culturales, aprobado por Decreto Ley N° .22129 de 1978, es más específico al señalar que tales condiciones de trabajo equitativas y satisfactorias le deben asegurar a toda persona el derecho a la seguridad e higiene en el trabajo (Art. 7°). Así mismo, en cuanto al

derecho de toda persona a disfrutar del más alto nivel posible de salud física y mental, se requiere del mejoramiento de todos los aspectos de la seguridad e higiene en el trabajo y del medio ambiente, así como la prevención y tratamiento de enfermedades profesionales entre otras (Art. 12°).

- Decisión 584 “Instrumento Andino de Seguridad y Salud en el Trabajo” del 2004, que busca promover el logro de un trabajo decente garantizando la protección de la seguridad y la salud en el trabajo a través de criterios generales para orientar una adecuada política preventiva en materia de seguridad y salud en el trabajo. Esta norma andina señala, entre otras cosas, que los Países Miembros deberán implementar o perfeccionar sus sistemas nacionales de seguridad y salud en el trabajo mediante acciones que propugnen políticas de prevención y de participación del Estado, de los empleadores y de los trabajadores.

EVALUACION DE AGENTES QUIMICOS ¹
Listado de instrumentos

AGENTES Y FACTORES	INSTRUMENTO	UTILIDAD <unidades >
Polvo particulado>	Monitor de material particulado (Bomba gravimétrica)	Registra niveles de polvo / metales: a. Ocupacional - Inhalable - Torácica - Respirable b. Ambiental laboral <µg/m ³ , ppm> c. Metales : Fierro, Plomo, Zinc, etc en estado sólido (polvo)
Gases	Monitor de Gases < NO ₂ , SO ₂ , CO, H ₂ S..>	Registra la concentración de gases y vapores mediante sensores electroquímicos <µg/m ³ , ppm>

Tabla Nº 2. Evaluación de agentes químico

2.3. Bases Teóricas

2.3.1. GENERALIDADES

La industria cementera tiene un gran apogeo debido al crecimiento de las empresas inmobiliarias, construcción de viviendas, entre otros. El crecimiento de la industria cementera da buenos aportes al país, pero no

veamos sólo el lado socioeconómico, sino el posible daño ecológico y también efectos toxicológicos que pueden traer consigo aquellas empresas cementeras.¹

Uno de los componentes básicos dentro del cemento es la sílice (dióxido de silicio, SiO₂) que es el segundo mineral más abundante en la corteza terrestre y se encuentra presente en el cemento. Hoy en día existen variedades de cementos. Los trabajadores de construcción civil son los más perjudicados, ya que muchas veces no cuentan con los equipos de protección personal adecuados para protegerse de las partículas tóxicas presentes en el cemento.¹⁵

La rama construcción ha venido creciendo desde el año 2002, y en los últimos años ha alcanzado un crecimiento grande. El determinante de la mayor actividad en esta rama fue el consumo interno de cemento, que experimentó un aumento de 19,5% y en menor grado influyó el componente “vivienda de no concreto” que creció en 2,2%, en el periodo de análisis.³

El sector de la construcción es un sector que engloba un gran número de actividades, es por ello que resulta complicado establecer los límites entre lo que se considera dentro o fuera de ese sector. Los trabajadores de la construcción, construyen, reparan, mantienen, restauran, reforman y derriban casas, edificios de oficinas, templos, fabricas, hospitales, carreteras, puentes, túneles, estadios, puertos, aeropuertos, etc. La organización Internacional del Trabajo (OIT) clasifica dentro del sector de la construcción a aquellas empresas públicas y privadas que erigen edificios para viviendas o para fines comerciales e infraestructuras como carreteras, puentes, túneles, presas y aeropuertos. En Estados Unidos y en algunos otros países, los trabajadores de la construcción también se encargan de la limpieza de vertederos de residuos peligrosos.⁴

Los riesgos de los trabajadores de la construcción, pueden clasificarse en cuatro clases: químicos, físicos, biológicos y sociales. Existen cerca de 50 millones de sustancias químicas registradas en el Chemical Abstracts Substance (CAS). En la Unión Europea (UE) se comercializan y están registradas 100.204, de las que las empresas utilizan habitualmente unos 30.000, a pesar de que 20.000 no han sido objeto de pruebas toxicológicas completas y sistemáticas y que el 21% de las sustancias químicas de alto volumen de producción (más de 1000 T/año) no disponen de datos toxicológicos. De las sustancias químicas registradas que presentan efectos toxicológicos conocidos 350 son cancerígenos y 3.000 alérgenos declarados. Continuamente se introducen nuevas sustancias de toxicidad mal conocida por la insuficiente información científica en relación con la posibilidad de efectos nocivos sobre el medio ambiente y la salud a medio y largo plazo.⁴

La exposición a cualquier riesgo suele ser intermitente y de corta duración, pero es probable que se repita. Un/a trabajador/a puede no sólo toparse con los *riesgos primarios* de su propio trabajo, sino que también puede exponerse como *observador pasivo* a los riesgos generados por quienes trabajan en su proximidad o en su radio de influencia. Este modelo de exposición es una de las consecuencias de tener muchos patronos con trabajos de duración relativamente corta y de trabajar al lado de trabajadores de otros oficios que generan otros riesgos. La gravedad de cada riesgo depende de la concentración y duración de la exposición para un determinado trabajo. Las exposiciones pasivas se pueden prever de un modo aproximado si se conoce el oficio de los trabajadores próximos.⁵

En Estados Unidos, una ley federal exige la formación en torno a ciertas sustancias nocivas. En Alemania, esta misma preocupación condujo al desarrollo del programa Gefahostoff, informations system der Berufsgenossenenschaften der Bauwirtschaft (GISBAU), que coopera con los fabricantes para determinar el contenido de todas

las sustancias utilizadas en las obras de construcción. Asimismo, el programa facilita la información acomodándola a las diferentes necesidades del personal sanitario, directivos y trabajadores. La información puede obtenerse a través de cursos de formación, en publicaciones impresas y en los terminales de ordenador a pie de obra. GISBAU aconseja sobre la manera de sustituir ciertas sustancias nocivas e indica el modo de manejar otras con seguridad.⁵

La asbestosis, la silicosis, el asma y la bronquitis profesionales pueden encontrarse entre los trabajadores de la construcción, dependiendo de sus anteriores exposiciones en el trabajo (Instituto finlandés de salud en el trabajo 1987). Los tumores malignos y otras enfermedades pulmonares relacionadas con la exposición al amianto son ampliamente infra diagnosticados.²

La Organización Internacional del Trabajo (OIT), informa en el año 2002, que cada año en el mundo 270 millones de asalariados son víctimas de accidentes de trabajo, y 160 millones contraen enfermedades profesionales. En América Latina y el Perú aún no se conoce bien la magnitud que alcanzan las enfermedades ocupacionales. La OIT estima, que, en países en vías de desarrollo, el costo anual de los accidentes y enfermedades ocupacionales está entre el 2% al 11% del Producto Bruto Interno (PBI), en el Perú es de aproximadamente \$ 50,000 millones de dólares americanos, es decir entre \$1,000 y \$5,500 millones de dólares americano anuales, es posible disminuir estos costos con acciones preventivas promocionales de bajo costo e inversión.⁶

En el Perú, se desconoce la magnitud de la población trabajadora que se encuentra expuesta a diferentes riesgos ocupacionales y no se cuenta con información estadística sobre enfermedades y accidentes de trabajo.³

El inicio de las enfermedades ocupacionales es lento y solapado: estas surgen como resultado de repetidas exposiciones laborales o incluso por la sola presencia en el lugar de trabajo, pero pueden tener un período de latencia prolongado. Muchas de estas enfermedades son progresivas, inclusive luego de que el trabajador haya sido retirado de la exposición al agente causal, irreversibles y graves, sin embargo, muchas son previsibles, razón por la cual todo el conocimiento acumulado debería utilizarse para su prevención. Conocida su etiología o causa es posible programar la eliminación o control de los factores que las determinan.⁶

La salud es un elemento indispensable para el desarrollo social de un país, bajo esa perspectiva las sociedades deben realizar acciones dirigidas a promover condiciones y espacios saludables. Uno de los escenarios de la promoción de la salud es el escenario laboral, donde se deben aplicar estrategias y desarrollar acciones dirigidas a promover entornos saludables para las personas que trabajan. En ese sentido, la promoción de la salud ocupacional, se debe concebir como un concepto amplio y positivo de salud, implica defender y elevar la calidad de vida y la dignidad de la persona que trabaja.⁶

2.3.2. EL AIRE

Se denomina aire a la mezcla de gases que constituye la atmósfera terrestre, que permanecen alrededor del planeta Tierra por acción de la fuerza de gravedad. El aire es esencial para la vida en el planeta. Es particularmente delicado, fino, etéreo y, si está limpio, transparente en distancias cortas y medias.

En proporciones ligeramente variables, está compuesto por nitrógeno (78%), oxígeno (21%), vapor de agua (0-7%), ozono, dióxido de carbono, hidrógeno y gases nobles como kriptón y argón; es decir, 1% de otras sustancias.⁷

Además, ocupan un lugar en el espacio, aunque no se vea. Tiene la propiedad de desplazarse de un lugar a otro y ocupar todos los espacios que parecen vacíos.

La respiración es una de las funciones principales de los organismos vivos, por medio de la cual se producen reacciones de oxidación que liberan energía que utilizan los seres vivos para poder realizar su metabolismo.

Generalmente, el ser humano utiliza el aire respirando solo lo necesario para subsistir, pero la respiración puede aportar una increíble fuerza vital que nos ayuda a revitalizar nuestro cuerpo, avanzar más rápido, crecer con más facilidad, y nos puede evitar enfermedades; además de ser muy importante para el bienestar interior.

2.3.3. PROPIEDADES FÍSICAS DEL AIRE

- **Expansión:** Aumento de volumen de una masa de aire al verse reducida la presión ejercida por una fuerza o debido a la incorporación de calor.
- **Contracción:** Reducción de volumen del aire al verse presionado por una fuerza, pero este llega a un límite y el aire tiende a expandirse después de ese límite.
- **Fluidez:** Es el flujo de aire de un lugar de mayor a menor concentración sin gasto de energía
- **Presión atmosférica:** Fuerza que ejerce el aire a todos los cuerpos.
- **Volumen:** No definido los gases tienden a ocupar todo el espacio disponible, Se expande y contrae, todos los gases están compuestos de partículas que se mueven, chocan entre sí y tratan de alejarse unos de otros. La expansión o contracción depende de la temperatura. A mayor temperatura, mayor movimiento de las partículas y por lo tanto se separan unas de otras. A menor temperatura, menor movimiento de las partículas y por lo tanto se juntan las partículas.⁷

- Densidad: Es de 1,18 kg/m³ (a 25 °C)
- Viscosidad: Es de 0,018 cP (a 20 °C)

2.3.4. PROPIEDADES DE LA MEZCLA PSICROMETRÍCA

Es una rama de la ciencia que estudia las propiedades termodinámicas del aire húmedo y del efecto de la humedad atmosférica sobre los materiales y sobre el confort humano. Este aire, conocido como aire húmedo, está constituido por una mezcla de aire seco y vapor de agua. El aire seco es una mezcla de varios gases, siendo la composición general la siguiente ⁷:

- Nitrógeno: 77%
 - Oxígeno: 22%
 - Dióxido de carbono otros gases: 1%
- Es de menor peso que el agua.
 - Es de menor densidad que el agua.
 - Tiene Volumen indefinido.
 - No existe en el vacío.
 - Es incoloro, inodoro e insípido.
 - Es un fluido transparente, incoloro, inodoro e insípido.
 - Es un buen aislante térmico y eléctrico.
 - Un (1) litro de aire pesa 1,29 gramos, en condiciones normales.

2.3.5. CALIDAD DE AIRE:

La calidad del aire es una indicación de cuanto el aire esté exento de polución atmosférica, y por lo tanto apto para ser respirado.

Actualmente los controles y la reglamentación se han incrementado y la calidad de los combustibles también se ha mejorado. Sin embargo, el tráfico vehicular se ha incrementado exponencialmente, transformándose en la principal fuente contaminante en las ciudades.

A nivel mundial se ha descubierto que las emisiones de anhídrido carbónico derivadas de la combustión del petróleo están participando en forma determinante en el incremento de la temperatura global a causa del efecto invernadero. Las principales fuentes andrógenas de contaminación del aire son:

Las fábricas o instalaciones industriales, que no tienen los filtros adecuados para las emisiones aéreas; Centrales termoeléctricas; Vehículos automotores con motor de combustión interna.⁷

2.3.6. EFECTOS DE LA CONTAMINACIÓN DEL AIRE:

Aumento del efecto invernadero: El efecto invernadero es un fenómeno natural necesario para el equilibrio de la temperatura en la tierra, que favoreció el desarrollo de la vida. Al aumentar la concentración del dióxido de carbono (CO_2) en la atmósfera, el calor del sol se queda atrapado en ella. Como consecuencia, aumenta el nivel del agua por el descongelamiento de glaciares polares y continentales, y cambia el clima del planeta.

- **Lluvia ácida:** La lluvia se vuelve ácida debido al descenso del pH, encontrándose de 4.0 a 4.2 esto debido a la combinación con dióxido de azufre (SO_2) y óxidos de nitrógeno (NO_x). Estos gases pueden alcanzar niveles muy altos en la atmósfera, donde se mezclan y reaccionan con agua, oxígeno y otras sustancias químicas, para dar paso a la formación de la lluvia ácida este tipo de deposición registran niveles más ácidos que la deposición húmeda, por tener elevadas concentraciones de Sulfatos y Nitratos, que se encuentran suspendidas en el aire
- **Disminución o adelgazamiento de la capa de ozono:** El ozono (O_3), gas que recubre de manera natural el planeta, se ubica en la estratosfera y protege a los seres vivos de las radiaciones ultra violetas provenientes del sol y de otras radiaciones cósmicas. En los

últimos cincuenta años se ha comprobado un adelgazamiento creciente de la capa de ozono en los polos, especialmente en el polo sur. En estas zonas se encuentran los llamados agujeros de la capa de ozono. Los responsables de este hecho son los clorofluorocarbonos (C.F.C.) y los gases que producen los aviones supersónicos. Cuando estas sustancias alcanzan la estratosfera, los rayos ultravioletas las descomponen a la molécula de ozono (O_3). Cada molécula de cloro (Cl_2) es capaz de destruir 10 000 moléculas de ozono (O_3).

- **Efectos en la salud:** En el corto plazo los contaminantes atmosféricos afectan a los grupos humanos más susceptibles, como es el caso de los ancianos, niños y personas con enfermedades crónicas o preexistentes⁶

2.3.7. MEDIDAS ANTE LA CONTAMINACIÓN DEL AIRE:

Algunas medidas que se han adoptado para controlar la contaminación del aire son:

- Controlar las emisiones de dióxido de carbono (CO_2) y otras sustancias contaminantes que producen las industrias y los vehículos de transporte público y/o privado.
- Reemplazar el uso de combustibles con azufre por otros que no tengan este contaminante. El Perú permite hasta 5000 partes por millón (ppm) de azufre en los combustibles, cien veces más de lo recomendable por estándares de calidad de aire.
- Elaborar revisiones técnicas periódicas a los vehículos motorizados para asegurar el buen funcionamiento del sistema.
- Incentivar el uso de alternativas para producir electricidad: solar, eólica y biomasa.
- Proteger y reforestar los bosques.
- Evitar la quema de sustancias que producen efectos adversos en el ambiente como basura y restos agrícolas.

2.3.8. CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA

La emisión de sustancias contaminantes a la atmósfera, procedentes tanto de fuentes naturales como antropogénicas puede incidir en la salud de las personas, en la degradación de materiales y en los seres vivos y funcionamiento de los ecosistemas. Los diferentes grupos de sustancias y sus efectos se describen en el apartado de problemática ambiental y contaminantes.

2.3.9. CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA URBANA

La mayor parte de la contaminación del aire es obra del ser humano y se produce por la combustión ineficiente de combustibles fósiles o de biomasa; por ejemplo, los gases de escape de los automóviles, los hornos o las estufas de leña.

La contaminación atmosférica urbana es la que padecen los habitantes de las ciudades.

La contaminación atmosférica urbana puede influir de manera considerable en la calidad del aire en interiores, sobre todo en las casas muy ventiladas o en las situadas cerca de fuentes de contaminación. A la inversa, las fuentes de contaminación del aire en interiores pueden ser causa importante de contaminación atmosférica urbana, especialmente en las ciudades donde muchos hogares queman combustibles de biomasa o carbón para calentarse y cocinar.

2.3.10. LA FISCALIZACIÓN AMBIENTAL

La fiscalización ambiental es la acción de control, que realiza una entidad pública dirigida a verificar el cumplimiento de las obligaciones ambientales fiscalizables de un administrado, sea este una persona natural o jurídica, de derecho privado o público. Comprende las acciones de fiscalización ambiental que son ejercidas por el Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental (OEFA) y las Entidades de Fiscalización Ambiental (EFA), de

acuerdo con sus competencias, y puede ser entendida en sentido amplio y en sentido estricto

La fiscalización ambiental, en sentido amplio, es entendida como un macro proceso que comprende las funciones de evaluación, supervisión, fiscalización, sanción y aplicación de incentivos, para cuya ejecución la EFA puede realizar acciones de vigilancia, control, monitoreo, seguimiento, verificación u otras similares de obligaciones ambientales fiscalizables, a fin de garantizar su cumplimiento. En sentido estricto, es la facultad de investigar la comisión de posibles infracciones administrativas, e imponer sanciones y medidas correctivas.

2.3.11. ESTANDARES DE CALIDAD AMBIENTAL

Los estándares de calidad ambiental (ECA) son las medidas que establecen el nivel de concentración o del grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos, presentes en el aire, agua o suelo que no representa riesgo significativo para la salud de las personas ni para el ambiente

Sirven para proteger el ambiente y la salud de las personas en tanto establecen las medidas de concentración máxima de aquellos elementos o sustancias en un componente ambiental. Ello determina su importancia para el diseño de normas legales y políticas públicas, así como para el diseño y aplicación de instrumentos de gestión ambiental. LMP Límites máximos permitidos Ejemplo: Una empresa que realiza actividades minero - metalúrgicas puede ser objeto de fiscalización por parte del Organismo de evaluación y fiscalización ambiental (OEFA), que verifica el cumplimiento de los Límites Máximos Permisibles (LMP) para la descarga de efluentes líquidos, pero también por la Autoridad Nacional del Agua (ANA) que verifica el cumplimiento de los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua, siendo la función de esta última la protección de la calidad del cuerpo receptor. ¹⁹

Componentes de las ECA para aire Los ECA para aire consideran los niveles de concentración máxima de los siguientes contaminantes del aire:

- Dióxido de azufre (SO₂).
- Material particulado con diámetro menor o igual a 10 micrómetros (PM-10).
- Monóxido de carbono (CO).
- Dióxido de nitrógeno (NO₂).
- Ozono (O₃).
- Plomo (Pb).
- Sulfuro de hidrógeno (H₂S).
- Material particulado con diámetro menor o igual a 2.5 micrómetros (PM-2.5).
- Hidrocarburos totales expresados como hexano (HT).
- Benceno (C₆H₆).

PARAMETROS	PERIODO	VALOR (*)	NORMAS DE REFERENCIA
Dióxido de azufre	Anual	80	D.S. N° 074-2001-PCM
	24 horas	20	D.S. N° 003-2008-MINAM
PM-10	Anual	50	D.S. N° 074-2001-PCM
	24 horas	150	
Monóxido de carbono (CO)	8 horas	10,000	D.S. N° 074-2001-PCM
	1 hora	30,000	
Dióxido de nitrógeno (NO ₂)	Anual	100	D.S. N° 074-2001-PCM
	1 hora	200	

Ozono	8 horas	120	D.S. N° 074-2001-PCM
Plomo	Anual	0.5	D.S. N° 074-2001-PCM
	Mensual	1.5	
Sulfuro de hidrogeno	24 horas	150	D.S. N° 003-2008-MINAM
Benceno	Anual	2.5	D.S. N° 003-2008-MINAM
Hidrocarburos totales expresado como benceno	24 horas	100	D.S. N° 003-2008-MINAM
PM- 2.5	Anual	15	D.S. N° 074-2001-PCM
	24 horas	25	D.S. N° 003-2008-MINAM

Tabla N° 3. Estándares nacionales de calidad ambiental del aire hasta el año 2013 (*) ug/m³

Los efectos de los contaminantes atmosféricos en la salud generalmente se producen en los sistemas respiratorio y cardiovascular humano y se ha demostrado que el riesgo de diversos efectos aumenta con la exposición (OMS, 2005). Los efectos crónicos son debidos a la exposición a bajas concentraciones en períodos de larga duración y los efectos agudos a la exposición a altas concentraciones en períodos de baja duración. También se ha reconocido el efecto sinérgico de la mezcla de contaminantes en la salud..²⁰

2.3.12. Límites Máximos Permisibles (LMP):

Son la medida de concentración o del grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos, que caracterizan al efluente o una emisión, que al ser excedido causa o puede causar daños a la salud, al bienestar humano y al ambiente.

LAS ECAS	LOS LMP
Regulan los niveles máximos permisibles de estos elementos o parámetros presentes en los componentes ambientales.	Regulan los niveles máximos a ser emitidos desde un punto específico de emisión o vertimiento, generados por una actividad productiva.

Tabla Nº 4. Diferencias entre las ECAS y los LMP.

2.3.13. MONITOREO AMBIENTAL:

El monitoreo es una de las herramientas de vital importancia para la fiscalización ambiental. Se realiza para verificar la presencia y medir la concentración de contaminantes en el ambiente en un determinado periodo de tiempo. Los monitores forman parte de evaluaciones integrales de calidad ambiental, las cuales son más complejas, y permiten medir las tendencias temporales y espaciales de la calidad del ambiente, identificar fuentes contaminantes y medir los efectos de dichos contaminantes sobre los componentes ambientales (agua, suelo, aire, flora y fauna). Ejemplo: Especialistas del Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental (OEFA) realizan un monitoreo de la calidad del aire en un punto de control determinado del cruce de las avenidas más transitadas en Lima,

utilizando Unidades Móviles de Monitoreo Ambiental, con el objeto de medir el nivel de dióxido de azufre, monóxido de carbono y material particulado que se encuentran en el aire.

2.3.14. EQUIPOS DE MONITOREO

El objetivo del monitoreo de la calidad ambiental del aire es generar información confiable, comparable y representativa, para su aplicación en las estrategias nacionales destinadas a la protección de la salud de la población y su entorno. Sirven para evaluar el impacto en la salud y el ambiente generado por la exposición a contaminantes atmosférico, así como para medir el cumplimiento del Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental del Aire.

Para el desarrollo de un monitoreo de calidad ambiental del aire, se emplean los siguientes equipos de monitoreo:

- A. **Muestreador de alto volumen (Hi vol):** Equipo designado por la United States Environmental Protection Agency (US EPA) para la medición de PM 10 y PM 2.5. Las partículas son clasificadas por medio de un separador aerodinámico y después colectadas en un filtro de cuarzo para su posterior cuantificación y análisis. El microprocesador permite el almacenamiento continuo de datos (temperatura promedio, mínima, máxima, presión barométrica, tasa de flujo y flujo total), ajuste de flujo para condiciones ambientales.
- B. **Muestreador de bajo volumen:** Equipo designado por la US EPA para la medición de PM 10 y PM 2.5 bajo volumen. Es un Muestreador de aire secuencial que tiene 03 sensores (flujo de masa, temperatura ambiental y presión atmosférica). Las partículas son clasificadas por medio de un separador aerodinámico (cabezal) y después colectadas en un filtro de cuarzo para su posterior cuantificación y análisis.

2.3.15. MUESTREO AMBIENTAL:

El muestreo ambiental consiste en tomar muestras representativas que permitan caracterizar el componente ambiental en estudio, las cuales presentan las mismas características o propiedades del componente que se está evaluando. Las muestras tomadas son enviadas a un laboratorio acreditado. La técnica del muestreo se realiza de manera puntual y/o compuesta, y comprende la recolección, análisis y evaluación sistemática en un determinado espacio y tiempo. Esta técnica depende del objetivo del estudio, las condiciones ambientales en el sitio, los requerimientos analíticos acerca de la cantidad y calidad de las muestras entre otros factores.

2.3.16. EL POLVO:

Entendemos por polvo, a la dispersión de partículas sólidas en el ambiente. Cuando estas partículas son más largas que anchas, hablamos de fibras.

La exposición a polvo en el lugar de trabajo es un problema que afecta a muchos y muy diversos sectores (minería, fundición, canteras, textil, panaderías, agricultura, etc.).

Tradicionalmente, las neumoconiosis (enfermedades por exposición a polvos) han sido consideradas como profesionales. Hoy en día representan la quinta parte del total de enfermedades profesionales reconocidas en España.

Se producen muchos otros casos de enfermedades respiratorias (asma, bronquitis crónica, enfisema pulmonar) en las que la exposición laboral a polvo juega un papel importante y, sin embargo, se consideran enfermedades comunes.

En estos casos, la intervención sindical deberá basarse en conseguir el reconocimiento del problema y, especialmente, en hacer valer su dimensión colectiva: trabajadores y trabajadoras con condiciones de exposición similares tienen problemas de salud parecidos.

2.3.17. PARTICULAS SUSPENDIDAS EN AIRE.

Las partículas más pequeñas son las más peligrosas: permanecen más tiempo en el aire y pueden penetrar hasta los lugares más profundos de los bronquios. El mayor riesgo está, pues, en el polvo que no se ve. Por esto suele medirse no el total de polvo atmosférico, sino sólo el llamado «polvo respirable».

El «polvo respirable» es la fracción de polvo que puede penetrar hasta los alvéolos pulmonares.²⁴ (Tabla N° 5)

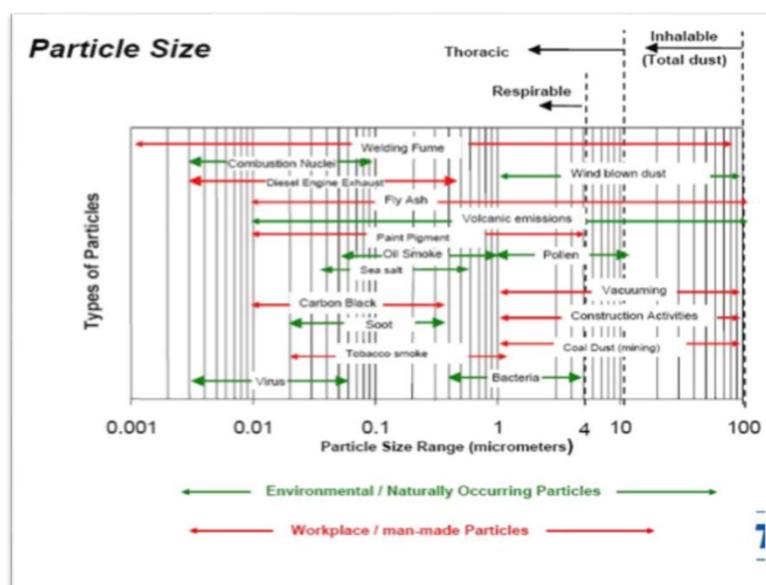
AGENTES QUIMICOS

Tamaño de las partículas	Capacidad de penetración pulmonar
> 50 micras	No pueden inhalarse
10-50 micras	Retención en nariz y garganta
< 5 micras	Penetran hasta el alvéolo pulmonar

1 micra = 0,001mm.

Tabla N° 5. Tamaño de partícula y capacidad de penetración.⁽⁴⁾

TAMAÑO DE MATERIAS PARTICULADAS



2.3.18. EXPOSICIÓN A POLVO

Hay que conocer los puntos y el origen de la emisión de polvo e identificar el colectivo de trabajadores y trabajadoras expuestos. La medida de la concentración de polvo suele referirse a 8 horas/día, por lo que, si el tiempo de exposición es mayor o menor, deberá ajustarse el cálculo a la realidad. También hay que tener en cuenta que el riesgo de exposición a polvo puede incrementarse, por condiciones de trabajo que provoquen un aumento de la respiración: calor, esfuerzo físico, estrés, etc. Si además de polvo hay gases o vapores en el ambiente, éstos impregnarán las partículas y pueden potenciar su nocividad. Igualmente, se puede producir una contaminación química adicional del polvo por el propio manipulado de materiales (p.e. fibras textiles con tintes o aprestos). Por último, hay que considerar las características personales de las personas expuestas, sus posibles enfermedades pulmonares previas, así como el hábito de consumo de tabaco.

2.3.19. DAÑOS EN ORGANISMO HUMANO

Hay una serie de enfermedades específicas relacionadas con los distintos tipos de polvos.

El Consejo Interterritorial del Sistema Nacional de Salud ha aprobado un Protocolo para la Vigilancia de la Salud de las Enfermedades Respiratorias de mecanismo alérgico (asma, alveolitis y rinitis alérgica), que deberá tenerse en cuenta por los profesionales sanitarios de los Servicios de Prevención.²⁵

Efectos respiratorios

- Neumoconiosis: silicosis, asbestosis, neumoconiosis de los mineros del carbón, siderosis, aluminosis, beriliosis, etc.
- Cáncer pulmonar: polvo conteniendo arsénico, cromatos, níquel, amianto, partículas radiactivas, etc.
- Cáncer nasal: polvo de madera en la fabricación de muebles y polvo de cuero en industrias de calzado.

- Irritación respiratoria: traqueítis, bronquitis, neumonitis, enfisema y edema pulmonar.
- Alergia: asma profesional y alveolitis alérgica extrínseca (polvos vegetales y ciertos metales).
- Bisinosis: enfermedad pulmonar por polvos de algodón, lino o cáñamo.
- Infección respiratoria: polvos conteniendo hongos, virus o bacterias.²⁶

2.3.20. MATERIA PARTICULADA (PM 10 Y PM 2,5)

Las partículas en suspensión, son los ingredientes principales de las brumas, humos y polvo en suspensión, presentan serios problemas de calidad del aire. La contaminación por partículas puede darse durante todo el año y puede causar una serie de problemas de salud graves, incluso a las concentraciones que se encuentran en muchas ciudades.

La contaminación por partículas es una mezcla de sólidos microscópicos y gotitas líquidas suspendidas en el aire.

Esta contaminación, también conocida como materia particulada, se compone de un número de componentes, incluyendo ácidos (tales como los nitratos y sulfatos), amoníaco, cloruro sódico, productos químicos orgánicos, metales, el suelo o partículas de polvo y alérgenos (tales como fragmentos de esporas de polen o moho) y agua. Se compone de una mezcla compleja de partículas sólidas y líquidas de sustancias orgánicas e inorgánicas suspendidas en el aire.

Las partículas tienen una amplia gama de tamaños y se clasifican en función de su diámetro aerodinámico en PM 10 (partículas con un diámetro aerodinámico inferior a 10 micras) o PM2.5 (diámetro aerodinámico inferior a 2,5 micras). Estas últimas son más

peligrosas, ya que, al ser inhaladas, pueden alcanzar las zonas periféricas de los bronquiolos y alterar el intercambio pulmonar de gases.

Las partículas finas (PM 2.5) son las menores de 2.5 micras de diámetro. Estas partículas son tan pequeñas que pueden ser detectados sólo con un microscopio electrónico. Las fuentes de las partículas finas incluyen todo tipo de combustiones, incluidos los vehículos automóviles, plantas de energía, la quema residencial de madera, incendios forestales, quemas agrícolas, y algunos procesos industriales.

Partículas de polvo grueso. Las partículas entre 2,5 y 10 micras de diámetro se conocen como gruesas. Las fuentes de las partículas gruesas son las operaciones de trituración o molienda, y el polvo levantado por los vehículos que circulen en las carreteras.²⁷

Las primeras se forman básicamente por medio de procesos mecánicos, como las obras de construcción, el re suspensión del polvo de los caminos y el viento, mientras que las segundas proceden sobre todo de fuentes de combustión. En la mayor parte de los entornos urbanos están presentes ambos tipos de partículas, gruesas y finas, pero la proporción correspondiente a cada uno de los dos tipos de tamaños es probable que varíe de manera sustancial entre las ciudades en todo el mundo, en función de la geografía, la meteorología y las fuentes específicas de PM de cada lugar.²⁷

Algunas partículas, conocidas como partículas primarias son emitidas directamente de una fuente, como por ejemplo las obras de construcción, carreteras sin pavimentar, los campos, las chimeneas o los incendios. Otros se forman en complicadas reacciones en la atmósfera de sustancias químicas, como dióxido de azufre y óxidos de nitrógeno que son emitidos por las centrales eléctricas, industrias y automóviles. Estas partículas, conocidas como partículas

secundarias, constituyen la mayor parte de la contaminación por partículas finas.²⁷

Las partículas finas pueden permanecer suspendidas en el aire y viajar largas distancias y luego asentarse en el suelo o el agua. Los efectos de este asentamiento son: acidificación de lagos y arroyos, cambiando del balance de nutrientes en las aguas costeras y las cuencas de los grandes ríos, que, agotando los nutrientes del suelo, y dañando los bosques y los cultivos agrícolas sensibles, lo que afecta a la diversidad de los ecosistemas.

La contaminación por partículas, a diferencia del ozono, puede darse todo el año.

La contaminación por partículas puede manchar y dañar la piedra y otros materiales, incluidos los objetos de importancia cultural, como estatuas y monumentos.²⁷

Las Materias Particuladas (PM) afectan a más personas que cualquier otro contaminante. Sus efectos sobre la salud se producen por el nivel de exposición, actualmente se ven afectadas la mayoría de las poblaciones urbanas y rurales de los países desarrollados y en desarrollo. Las exposiciones a partículas a corto y largo plazo se han relacionado con problemas de salud.²⁸

La exposición crónica a las partículas aumenta el riesgo de desarrollar enfermedades cardiovasculares y respiratorias, así como de cáncer de pulmón. La mortalidad en ciudades con niveles elevados de contaminación supera la registrada en ciudades más limpias del 15-20%. Incluso en la UE, la esperanza de vida promedio es 8,6 meses inferior debido a la exposición a las PM 2.5 generadas por actividades humanas.²⁸

El tamaño de las partículas está directamente relacionado con su potencial para causar problemas de salud. Lo preocupante son las

partículas de 10 micras de diámetro o menos, porque son las partículas que pasan a través de la garganta y la nariz y entran en los pulmones, pudiendo incluso entrar en el torrente sanguíneo. Una vez inhaladas, estas partículas pueden afectar el corazón y los pulmones y causar efectos graves para la salud. Existen dos grupos o categorías de la contaminación por partículas:

- Partículas inhalables gruesas, tales como las que se encuentran cerca de las carreteras y las industrias generadoras de polvo, son mayores de 2.5 micras y más pequeñas que 10 micras de diámetro.
- Partículas finas, tales como las que se encuentran en el humo y la neblina, son de 2,5 micras de diámetro y más pequeñas. Estas partículas pueden ser emitidas directamente de fuentes tales como los incendios forestales, o se puede formar con los gases emitidos por plantas generadoras de energía, las industrias y los automóviles al reaccionar en el aire. Las partículas finas se inhalan profundamente y con facilidad en los pulmones, donde pueden ser acumuladas, reaccionar, ser eliminadas o absorbidas.

Los estudios científicos han relacionado la contaminación por partículas, especialmente las partículas finas, con una serie de problemas significativos de salud, incluyendo:

- La muerte prematura en personas con enfermedad cardíaca o pulmonar.
- Ataques cardíacos no mortales.
- Latido irregular del corazón.
- Agravamiento del asma.
- Disminución de la función pulmonar.
- Aumento de síntomas respiratorios, tales como irritación de las vías respiratorias, tos, sibilancias y disminución de la función pulmonar, incluso en niños y adultos sanos.

Las partículas gruesas (como las que se encuentran en el viento y el polvo), que tienen diámetros comprendidos entre 2,5 y 10 micrómetros, son de menor importancia para la salud, a pesar de que puede irritar los ojos, la nariz y la garganta²⁸

El camino que deben de recorrer las partículas de polvo para poder penetrar en el organismo es el siguiente:

- **Nariz:** Es el primer filtro en el que el aire es calentado, humedecido y parcialmente desprovisto de partículas por impacto en las fosas nasales y sedimentación. Son eliminadas por estornudos, mucosidades, etc.
- **Faringe y Laringe:** Aquí las partículas retenidas pueden ser expulsadas por vía salivar o vía esofágica.
- **Árbol traqueo bronquial:** Aquí las partículas por fenómenos similares a los anteriores son expulsadas al exterior por los cilios que tiene este aparato.
- **Alvéolos:** Las partículas que han alcanzado la región alveolar, se depositan en las paredes, tanto por fenómenos de difusión como sedimentación. El mecanismo de expulsión es muy lento y sólo parcialmente conocido quedando la mayor parte de las partículas retenidas en las paredes alveolares.

Las personas con enfermedades cardíacas o pulmonares, los adultos mayores y los niños son considerados los grupos de mayor riesgo por la exposición a partículas, especialmente cuando se realiza una actividad física. El ejercicio y la actividad física hacen que la persona respire más rápido y más profundamente y entren más partículas en los pulmones.

Las personas con enfermedades cardíacas o pulmonares como la enfermedad de la arteria coronaria, insuficiencia cardiaca congestiva, y el asma o enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC) tienen un riesgo mayor, porque las partículas pueden agravar estas enfermedades. Las personas con diabetes también

pueden tener un mayor riesgo, posiblemente debido a que son más propensos a tener una enfermedad cardiovascular subyacente.

Los adultos mayores están en mayor riesgo, posiblemente debido a que puede tener una enfermedad del corazón o pulmonar sin diagnosticar o bien diabetes. Muchos estudios muestran que cuando los niveles de partículas son altos, los adultos mayores son más propensos a ser hospitalizados, y algunos pueden morir por un agravamiento de una enfermedad del corazón o pulmonar.

Los niños es probable que tengan un mayor riesgo por varias razones. Sus pulmones están todavía en desarrollo, ellos pasan más tiempo a un alto nivel de actividad, y son más propensos a tener asma o enfermedades respiratorias agudas, que pueden verse agravados cuando los niveles de partículas son elevados.

Parece que el riesgo varía a lo largo de la vida, en general, es mayor en la primera infancia, más baja en adolescentes y adultos jóvenes sanos, y aumenta en la edad madura hasta la vejez con incrementos de enfermedades del corazón y del pulmón y la diabetes. Los factores que aumentan el riesgo de ataque al corazón, tales como presión arterial alta o niveles elevados de colesterol, también pueden aumentar el riesgo de las partículas. Además, los científicos están evaluando nuevos estudios que sugieren que la exposición a niveles altos de partículas también puede estar asociado con bajo peso al nacer en los recién nacidos, partos prematuros y posiblemente muertes fetales e infantiles.

Los estudios estiman que miles de personas de edades avanzadas mueren prematuramente cada año por la exposición a partículas finas. Según la Academia Americana de Pediatría, los niños y los bebés son los más susceptibles a muchos contaminantes del aire. Los niños tienen aumentada la exposición en comparación con los adultos debido a una mayor ventilación por minuto y mayores niveles de actividad física.

La exposición a partículas puede acarrear una gran variedad de efectos en la salud. Por ejemplo, numerosos estudios relacionan los niveles de partículas con el aumento de los ingresos hospitalarios y visitas a urgencias e incluso a la muerte por enfermedades cardíacas o pulmonares.

Las exposiciones prolongadas, como las experimentadas por las personas que viven desde hace muchos años en áreas con altos niveles de partículas, se han asociado con problemas tales como la función pulmonar reducida y el desarrollo de bronquitis crónica e incluso la muerte prematura.

Las Exposiciones a corto plazo a partículas (horas o días) pueden agravar la enfermedad pulmonar, causando ataques de asma y bronquitis aguda, y también puede aumentar la susceptibilidad a las infecciones respiratorias. En las personas con enfermedades del corazón, exposiciones a corto plazo se han vinculado a ataques cardíacos y arritmias. En niños y adultos sanos no se han relacionado con efectos graves en exposiciones a corto plazo, aunque pueden experimentar irritación de menor importancia temporal cuando los niveles de partículas son elevados²⁸

Incluso si se está sano, puede experimentar síntomas temporales, como irritación de ojos, nariz y garganta, tos, flema, opresión en el pecho, y dificultad para respirar.

Si se tiene una enfermedad pulmonar, es posible que no se pueda respirar tan profundamente o vigorosamente como sano, y puede experimentar tos, malestar en el pecho, respiración sibilante, falta de aliento y fatiga inusual. Si se tiene alguno de estos síntomas, se debe reducir la exposición a partículas y seguir los consejos del médico.

Si se tiene una enfermedad del corazón, la exposición a partículas puede causar serios problemas en un corto período de tiempo

incluso ataques al corazón sin señales de advertencia. Los síntomas como dolor de pecho o sensación de opresión, palpitaciones, falta de aliento o fatiga inusual pueden indicar un grave problema.

2.3.21. VALORES LÍMITES: Objetivos de calidad del aire para los distintos contaminantes:

2.3.22.

	Periodo de promedio	Valor límite	Margen de tolerancia
Valor límite diario	24 horas	50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, no podrán superarse en más de 25 ocasiones por año	50%
Valor límite anual	1 año civil	40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	20%

Tabla Nº 6. Valores límite de las partículas 10 en condiciones ambientales para la protección de la salud. ¹⁹

	Periodo de promedio	Valor	Margen de tolerancia	Fecha cumplimiento valor límite
Valor objetivo anual	1 año civil	25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$		1 enero de 2010
Valor límite anual	1 año civil	25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en 2012, 1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en 2013 y 2014	1 de enero de 2015
Valor límite anual	1 año civil	20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$		1 de enero de 2020

Tabla Nº 7. Valores objetivo y límite de las partículas PM 2.5 en condiciones ambientales para la protección de la salud. ⁸

- Valores Guía dados por la OMS:

PM 10	Periodo de promedio
20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Anual
50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	24 horas

Tabla N° 8. Valores límites de PM 10, según la OMS⁸

PM 2.5	Periodo de promedio
10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Anual
25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	24 horas

Tabla N° 9. Valores límites de PM 2.5, según la OMS.⁸

2.3.23. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

- **Riesgos de la construcción**

Al igual que en otros trabajos, los riesgos de los trabajadores de la construcción suelen ser de cuatro clases: químicos, físicos, biológicos y sociales.

- **Riesgos químicos**

A menudo, los riesgos químicos se transmiten por el aire y pueden presentarse en forma de polvos, humos, nieblas, vapores o gases; siendo así, la exposición suele producirse por inhalación, aunque ciertos riesgos portados por el aire pueden fijarse y ser absorbidos a través de la piel indemne (p. ej., pesticidas y algunos disolventes orgánicos). Los riesgos químicos también se presentan en estado líquido o semilíquido (p. ej., pegamentos o adhesivos, alquitrán) o en forma de polvo (cemento seco). El contacto de la piel con las sustancias químicas en este estado puede producirse

adicionalmente a la posible inhalación del vapor, dando lugar a una intoxicación sistémica o una dermatitis por contacto. Las sustancias químicas también pueden ingerirse con los alimentos o con el agua, o pueden ser inhaladas al fumar.

Varias enfermedades se han asociado a los oficios de la construcción, entre ellas:

- Silicosis entre los aplicadores del chorro de arena, excavadores en túneles y barreneros
- Asbestosis (y otras enfermedades causadas por el amianto) entre los aplicadores de aislamientos con amianto, instaladores de sistemas de vapor, trabajadores de demolición de edificios y otros.
- Bronquitis entre los soldadores
- Alergias cutáneas entre los albañiles y otros que trabajan con cemento
- Trastornos neurológicos entre los pintores y otros oficios expuestos a los disolventes orgánicos y al plomo. Se han encontrado tasas de mortalidad elevadas por cáncer de pulmón y del aparato respiratorio entre los manipuladores de aislamientos con amianto, los techadores, los soldadores y algunos trabajadores de la madera. La intoxicación por plomo se produce entre los restauradores de puentes y los pintores, y la fatiga por calor (debido al uso de trajes de protección de cuerpo entero) entre los que limpian los vertederos de basuras y los techadores. La enfermedad de los dedos blancos (síndrome de Reynaud) aparece entre algunos operadores de martillos neumáticos y otros trabajadores que manejan perforadoras que producen vibraciones (p. ej., las perforadoras usadas en la excavación de túneles).

El alcoholismo y otras enfermedades relacionadas con el alcohol son más frecuentes de lo que cabría esperar entre los trabajadores de la construcción. No se han identificado causas laborales específicas, pero es posible que ello guarde relación con el estrés originado por la falta de control sobre las posibilidades de empleo, las fuertes

exigencias del trabajo, o el aislamiento social debido a unas relaciones laborales inestables.²⁹

- **Riesgos físicos**

Los riesgos físicos se encuentran presentes en todo proyecto de construcción. Entre ellos se incluyen el ruido, el calor y el frío, las radiaciones, las vibraciones y la presión barométrica. A menudo, el trabajo de la construcción se desarrolla en presencia de calores o fríos extremos, con tiempo ventoso, lluvioso, con nieve, niebla o de noche. También se pueden encontrar radiaciones ionizantes y no ionizantes, y presiones barométricas extremas.

La maquinaria que ha transformado la construcción en una actividad cada vez más mecanizada, también la ha hecho mucho más ruidosa. El ruido proviene de motores de todo tipo (vehículos, compresores neumáticos y grúas), cabrestantes, pistolas de remaches, de clavos, para pintar, martillos neumáticos, sierras mecánicas, lijadoras, buriladoras, aplanadoras, explosivos, etc. El ruido está presente en los proyectos de demolición por la misma naturaleza de su actividad. Afecta no sólo al operario que maneja una máquina que hace ruido, sino también a todos los que se encuentran cerca y, no sólo causa pérdida de audición producida por el ruido, sino que enmascara otros sonidos que son importantes para la comunicación y la seguridad.

Los martillos neumáticos, muchas herramientas de mano y la maquinaria de movimiento de tierras y otras grandes máquinas móviles también someten a los trabajadores a vibraciones en todo el cuerpo o en una parte del mismo.

Los riesgos derivados del calor o del frío surgen, en primer lugar, porque gran parte del trabajo de construcción se desarrolla a la intemperie, que es el principal origen de este tipo de riesgos. Los techadores están expuestos al sol, a menudo sin ninguna protección, y muchas veces han de calentar recipientes de alquitrán, recibiendo, por ello, fuertes cargas de calor por radiación y por convección que

se añaden al calor metabólico producido por el esfuerzo físico. Los operadores de maquinaria pesada pueden permanecer sentados junto a un motor caliente y trabajar en una cabina cerrada con ventanas y sin ventilación.

Los que trabajan en una cabina abierta sin techo carecen de protección contra el sol. Los trabajadores con trajes protectores, como los que se necesitan para la retirada de residuos peligrosos, pueden generar calor metabólico por el esfuerzo físico y obtener escaso alivio por estar embutidos en un traje hermético al aire. También contribuyen a la fatiga térmica la falta de agua o de sombra. Igualmente, los operarios de la construcción pueden trabajar en condiciones de frío extremado durante el invierno, con peligro de congelación e hipotermia y riesgo de resbalar sobre el hielo.

Las fuentes principales de las radiaciones ultravioletas (UV) no ionizantes son el sol y la soldadura por arco eléctrico. La exposición a la radiación ionizante es menos corriente, pero se puede producir durante el examen de soldaduras con rayos X, o también al manejar caudal metros a base de isótopos radiactivos. Los rayos láser se utilizan cada vez más y pueden causar lesiones, en especial en los ojos, si uno se interpone en la trayectoria del rayo.^{30,31}

Los que trabajan bajo el agua o en túneles presurizados, en cajones de aire comprimido y de buzos están expuestos a una alta presión barométrica. Estos trabajadores corren el riesgo de desarrollar una serie de condiciones asociadas con una presión alta: mal de descompresión, estado de estupefacción por gas inerte, necrosis ósea aséptica y otros trastornos.

Entre las lesiones más comunes de los trabajadores de la construcción figuran las roturas y los esguinces. Estos y muchos trastornos musculo esqueléticos (como tendinitis, síndrome del túnel carpal y lumbalgias) pueden ser el resultado de una lesión traumática, de movimientos forzados repetitivos, de posturas inadecuadas o de esfuerzos violentos.

- **Riesgos biológicos**

Los riesgos biológicos se presentan por exposición a microorganismos infecciosos, a sustancias tóxicas de origen biológico o por ataques de animales. Por ejemplo, los trabajadores en excavaciones pueden desarrollar histoplasmosis, que es una infección pulmonar causada por un hongo que se encuentra comúnmente en el terreno.²⁹

Dado que el cambio de composición de la mano de obra en cualquier proyecto es constante, el trabajador individual puede entrar en contacto con otros y, de resultas de ello, pueden contraer enfermedades contagiosas —gripe o tuberculosis, por ejemplo—. Los trabajadores también pueden estar expuestos al riesgo de contraer la malaria, fiebre amarilla o la enfermedad de Lyme si el trabajo se desarrolla en zonas en la que estos organismos y los insectos portadores son frecuentes.

Las sustancias tóxicas de origen vegetal provienen de la hiedra venenosa, arbustos venenosos, zumaque y ortigas venenosas, que causan sarpullidos en la piel. El serrín de algunas maderas puede producir cáncer, y existen otras (p. ej., la del cedro rojo occidental) que causan alergias.

- **Riesgos sociales**

Los riesgos sociales provienen de la organización social del sector. La ocupación es intermitente y cambia constantemente, y el control sobre muchos aspectos del empleo es limitado, ya que la actividad de la construcción depende de muchos factores sobre los cuales los trabajadores no tienen control, tales como el estado de la economía o el clima. A causa de los mismos, pueden sufrir una intensa presión para ser más productivos. Debido a que la mano de obra cambia continuamente, y con ella los horarios y la ubicación de los trabajos, y también porque muchos proyectos exigen vivir en campamentos lejos del hogar y de la familia, los trabajadores de la construcción

pueden carecer de redes estables y fiables que les proporcionen apoyo social.³⁰

Maquinistas de pavimentadoras, niveladoras y apisonadoras	Emanaciones del asfalto, humos de los motores de gasolina y gasóleo, calor
Operadores de maquinaria de colocación de vías férreas	Polvo de sílice, calor
Techadores	Alquitrán, calor, trabajo en altura
Colocadores de conductos de acero	Posturas inadecuadas, cargas pesadas, ruido
Montadores de estructuras metálicas	Posturas inadecuadas, cargas pesadas, trabajo en altura
Soldadores (eléctrica)	Emanaciones de la soldadura
Soldadores (autógena)	Emanaciones metálicas, plomo, cadmio
Barreneros, en tierra, en roca	Polvo de sílice, vibraciones en todo el cuerpo, ruido
Operarios de martillos neumáticos	Ruido, vibraciones en todo el cuerpo, polvo de sílice
Maquinistas de hincadoras de pilotes	Ruido, vibraciones en todo el cuerpo
Maquinistas de tornos y montacargas	Ruido, aceite de engrase
Gruistas (grúas torre y automóviles)	Fatiga, aislamiento
Operadores de maquinaria de excavación y carga	Polvo de sílice, histoplasmosis, vibraciones en todo el cuerpo, fatiga por calor, ruido
Operadores de motoniveladoras, bulldozers y traillas	Polvo de sílice, vibraciones en todo el cuerpo, calor, ruido
Trabajadores de construcción de carreteras y calles	Emanaciones asfálticas, calor, humos de motores de gasóleo
Conductores de camión y tractoristas	Vibraciones en todo el cuerpo, humos de los motores de gasóleo
Trabajadores de demoliciones	Amianto, plomo, polvo, ruido
Trabajadores que manipulan residuos tóxicos	Calor, fatiga

Cada oficio aparece incluido en la lista con la indicación de los riesgos primarios a los que un trabajador de ese oficio se puede ver expuesto. La exposición puede afectar por igual a los supervisores y a los trabajadores. No aparecen en la relación los riesgos comunes a casi todos los subsectores de la construcción —el calor, los factores de riesgo causantes de trastornos musculoesqueléticos o la fatiga—.

La clasificación de oficios de la construcción recogida aquí equivale a la adoptada en Estados Unidos. Incluye los oficios de la construcción de acuerdo con la clasificación establecida en el sistema de Clasificación Normalizada de Profesiones desarrollado por el Departamento de Comercio de Estados Unidos. Este sistema clasifica los oficios de acuerdo con las principales cualificaciones que implican.

Profesiones	Riesgos
Albañiles	Dermatitis del cemento, posturas inadecuadas, cargas pesadas
Canteros	Dermatitis del cemento, posturas inadecuadas, cargas pesadas
Soldadores y alicatadores	Vapores de las pastas de adherencia, dermatitis, posturas inadecuadas
Carpinteros	Serrín, cargas pesadas, movimientos repetitivos
Colocadores de cartón-yeso	Polvo de yeso, caminar sobre zancos, cargas pesadas, posturas inadecuadas
Electricistas	Metales pesados de los humos de la soldadura, posturas inadecuadas, cargas pesadas, polvo de amianto
Instaladores y reparadores de líneas eléctricas	Metales pesados de los humos de la soldadura, cargas pesadas, polvo de amianto
Pintores	Emanaciones de disolventes, metales tóxicos de los pigmentos, aditivos de las pinturas
Empapeladores	Vapores de la cola, posturas inadecuadas
Revocadores	Dermatitis, posturas inadecuadas
Fontaneros	Emanaciones y partículas de plomo, humos de la soldadura
Plomeros	Emanaciones y partículas de plomo, humos de la soldadura, polvo de amianto
Montadores de calderas de vapor	Humos de soldadura, polvo de amianto
Colocadores de moqueta	Lesiones en las rodillas, posturas inadecuadas, pegamentos y sus emanaciones
Colocadores de revestimientos flexibles	Agentes adhesivos
Pulidores de hormigón y terrazo	Posturas inadecuadas
Cristaleros	Posturas inadecuadas
Colocadores de aislamientos	Amianto, fibras sintéticas, posturas inadecuadas

Tabla Nº 10. Lista de riesgos primarios relacionados a oficios de construcción

2.3.24. MATERIALES USADOS EN CONSTRUCCIONES:

Entre los materiales usados en construcción se incluyen el amianto, asfalto, ladrillos y piedra, cemento, hormigón, pavimentos, agentes de sellado de láminas, vidrio, pegamento, lana mineral y fibras minerales sintéticas para fines de aislamiento, pinturas e imprimaciones, plástico y goma, acero y otros metales, paneles para muros, yeso y madera.³¹

- **Amianto**

El uso del amianto en las obras de nueva construcción está prohibido en varios países pero, inevitablemente, se puede encontrar durante la demolición o restauración de edificios viejos. En consecuencia, se requerirán estrictas medidas para proteger a los trabajadores y al público de la exposición al amianto colocado con anterioridad.

- **Ladrillos, hormigón y piedra**

Los ladrillos se fabrican con arcilla cocida y se clasifican en ladrillo visto y ladrillo para revestir. Pueden ser macizos o aligerados con agujeros. Sus propiedades físicas dependen de la arcilla empleada, de los aditivos, del método de fabricación y de la temperatura de cocción. Cuanto mayor sea ésta, menor será la absorción de agua por el ladrillo.

Los ladrillos, el hormigón y la piedra que contienen cuarzo producen polvo de sílice al cortarlos, taladrarlos o chorreados. Las exposiciones sin protección a la sílice cristalina pueden aumentar la susceptibilidad a la tuberculosis y causar silicosis, una enfermedad pulmonar crónica y a veces potencialmente mortal.

- **Pavimentos**

Entre los materiales comúnmente empleados para pavimentos interiores se incluyen la piedra, ladrillos, paneles de suelo, moqueta

textil, linóleo y plástico. La colocación de pavimentos de terrazo, baldosas o entarimado de madera pueden exponer a un operario a polvos que pueden causar alergias o dañar la respiración o los pulmones. Además, las colas o adhesivos empleados para la colocación de baldosas o moquetas contienen a menudo disolventes potencialmente tóxicos.

Los colocadores de moquetas pueden dañarse las rodillas al arrodillarse y al golpearse en una rodilla al estirar la moqueta para ajustarla.

- **Colas y pegamentos**

Los pegamentos se utilizan para unir materiales por adhesión. La cola con base acuosa contiene un agente aglutinante al agua y se endurece cuando el agua se evapora. Los pegamentos con disolventes se endurecen cuando éste se evapora. Puesto que los vapores pueden ser nocivos para la salud, no deberán usarse en locales cerrados o en sitios poco ventilados. Los pegamentos formados por componentes que se endurecen al mezclarse son susceptibles de producir alergias.

- **Lana mineral y otros tipos de aislamiento**

La función a que se destina un aislamiento en un edificio consiste en asegurar el confort térmico y reducir el consumo de energía. Para lograr un aislamiento aceptable se usan materiales porosos, como lana mineral y fibras sintéticas minerales. Se debe tener gran cuidado en evitar la inhalación de las fibras. Las fibras puntiagudas pueden incluso traspasar la piel y originar una molesta dermatitis.

- **Pinturas e imprimaciones**

Las pinturas se emplean para decorar el exterior y el interior de los edificios, para proteger materiales como el hierro y la madera contra

su corrosión y deterioro, para facilitar la limpieza de los objetos y para señales de tráfico verticales y horizontales.

Hoy en día se evitan las pinturas a base de plomo, pero estas se pueden encontrar durante la restauración o demolición de estructuras más antiguas, en especial las de construcción metálica, como puentes y viaductos. La inhalación o ingestión de los vapores o polvos pueden causar saturnismo con lesión de los riñones o daño permanente del sistema nervioso; estas inhalaciones son particularmente peligrosas para los niños que pueden estar expuestos a polvos de plomo traídos a casa con la ropa o en el calzado de trabajo. Siempre que se usen o encuentren pinturas a base de plomo se adoptarán medidas de precaución.

En la mayoría de países está prohibido el uso de pinturas a base de cadmio o mercurio. El cadmio puede causar problemas renales y ciertos tipos de cáncer. El mercurio puede causar daños en el sistema nervioso.

Las pinturas e imprimaciones al óleo contienen disolventes que pueden ser potencialmente nocivos. Para minimizar las exposiciones a los disolventes se recomienda el uso de pinturas de base acuosa.

- **Plástico y caucho**

El plástico y el caucho, denominados polímeros, se pueden agrupar en plástico termoplástico o termoestable y goma. Estos materiales se usan en la construcción para ajustes, aislamientos, recubrimientos y para productos como tuberías y accesorios. Las láminas hechas de plástico o goma se usan para forros de ajuste y antihumedad y pueden causar reacciones en los obreros sensibles a estos materiales.

- **Acero, aluminio y cobre**

El acero se usa en la construcción como estructura resistente, en forma de redondos para armaduras, para componentes mecánicos y como material de revestimiento. El acero puede ser al carbono o en diversas aleaciones; el acero inoxidable es un tipo de aleación. Las propiedades más importantes del acero son su dureza y su resistencia. La resistencia a la rotura es importante para evitar roturas frágiles. Las propiedades del acero dependen de su composición y estructura químicas. El acero es tratado térmicamente para aliviar sus tensiones internas y mejorar su soldabilidad, resistencia y dureza a la fractura.

El hormigón puede tener una resistencia a la compresión considerable, pero para que adquiriera una resistencia a la tracción aceptable precisa de la unión con barras y mallazos de refuerzo. Estas barras suelen tener un alto contenido de carbono (0,40 %).

El acero al carbono o acero “suave” contiene manganeso que, cuando se desprende en los humos de la soldadura, puede causar un síndrome parecido al mal de Parkinson, que puede dar lugar a un trastorno nervioso paralizante. En ciertas condiciones, el aluminio y el cobre también pueden ser nocivos para la salud.

Los aceros inoxidables contienen cromo, que aumenta la resistencia a la corrosión, y otros elementos de aleación, como níquel y molibdeno. La soldadura del acero inoxidable puede exponer a los operarios a vapores de cromo o de níquel. Algunas formas de níquel pueden causar asma y cáncer; algunas formas de cromo pueden causar cáncer y problemas de sinusitis y “perforación nasal” (erosión del septo nasal).

Después del acero, el aluminio es el metal más comúnmente usado en la construcción, debido a que tanto el metal como sus aleaciones son ligeros, fuertes y resistentes a la corrosión. El cobre es uno de

los metales más importantes en ingeniería, por su resistencia a la corrosión y su elevada conductividad térmica y eléctrica. Se usa en líneas de transporte de energía, como recubrimientos de paredes y cubiertas y para tuberías.

Cuando se usa como revestimiento de cubiertas, las sales de cobre arrastradas por la lluvia pueden ser nocivas para el entorno.

- **Paneles de revestimiento de paredes y yeso**

Los paneles para paredes, frecuentemente recubiertos de asfalto o plástico, se usan como capa de protección contra el agua y el viento y para evitar que el agua se filtre a través de los elementos de la construcción. El yeso es sulfato cálcico cristalizado. El panel de yeso-cartón es un panel sándwich formado por dos capas de cartón que encierran una de yeso; se usa ampliamente como revestimiento de paredes y es resistente al fuego.

El polvo que se produce al cortar el yeso-cartón puede producir alergias cutáneas o lesiones pulmonares; el levantamiento de paneles de tamaño o peso excesivos o en posturas inconvenientes puede causar problemas musculo esqueléticos.

- **Madera**

La madera se utiliza ampliamente en la construcción. Es importante que la madera que se use para la construcción esté seca. Para vigas y cerchas de cubierta, de un vano importante, se usan elementos de madera laminada. Es recomendable tomar medidas para evitar el polvo que, según cada especie, puede causar una serie de enfermedades, incluso el cáncer. En ciertas condiciones, el serrín de la madera puede llegar a ser explosivo.

- **Cemento**

El cemento es un aglomerante hidráulico empleado en la construcción de edificios y de obras civiles. Es un polvo fino que se

obtiene moliendo la escoria de una mezcla de arcilla y piedra caliza calcinada a altas temperaturas. Cuando se añade agua al cemento se forma una pasta que, poco a poco, se va endureciendo hasta alcanzar una consistencia pétreo. Se puede mezclar con arena y grava (árido grueso) para formar mortero y hormigón.

Existen dos tipos de cemento: los naturales y los artificiales. Los cementos naturales se obtienen de materiales naturales que tienen una estructura análoga a la del cemento y sólo requieren su calcinación y molienda para proporcionar cemento hidráulico en polvo. El número de cementos artificiales es grande y se encuentra en aumento. Cada tipo tiene una composición y una estructura mecánica diferentes y tiene unos usos y propiedades específicos. Los cementos artificiales se pueden clasificar en cemento portland (que recibe su nombre de la ciudad de Portland, en el Reino Unido) y cemento aluminoso.³²

2.3.25. EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL AIRE EN LIMA METROPOLITANA 2011

Se puede concluir por medio de esta evaluación que la calidad del aire en Lima Metropolitana se encuentra muy influenciada por la presencia de contaminantes, así como la presencia de concentraciones de dióxido de nitrógeno (NO_2), dióxido de azufre (SO_2) y ozono (O_3), que superan los estándares de calidad ambiental (ECA) en ningunas de las estaciones de calidad del aire del servicio nacional de meteorología e hidrología del Perú (SENAMHI) .lo que nos indica que las concentraciones de estos gases son peligrosas para la salud de la población; esto significa una reducción de la esperanza de vida de la población expuesta.³³

Así también se hace referencia que el distrito de Ate presenta mayores niveles de dióxido de azufre (SO_2) ya que está rodeado de fábricas y zonas de intenso tráfico vehicular mientras que los

distritos como San Borja y Jesús María presentan valores más bajos, por ser distritos urbanizados sin una zona industrial. El factor que influye en la disminución de su concentración es la inserción de combustibles más limpios y el uso del gas natural en los sectores industriales y el parque automotor. Este combustible se caracteriza por emitir menores cantidades de monóxido de carbono (CO) y concentraciones muchos menores de dióxido de azufre (SO₂). Las concentraciones de dióxido de azufre (SO₂) de la estación de Ate son mayores que en las demás estaciones y la mayoría ocurrió en el cambio de estación, es decir finalizando el verano y comenzando el otoño. En la estación de Ate no sobrepasó el estándar de calidad ambiental (ECA) diario (80 µg/m³), alcanzándose concentraciones máximas mensuales de 55.7 µg/m³ en febrero y 55.1 µg/m³ en enero; dicho comportamiento también se observó en el cambio de estación de invierno a primavera, pero no tan significativo como el anterior. Si bien es cierto que las concentraciones son menores a los estándares de calidad ambiental (ECA), hay que tener en cuenta que a partir del 2014 el nuevo estándar para dióxido de azufre (SO₂) será de 20 µg/m³; por lo que será necesario disminuir las emisiones en Ate y Santa Anita. En general, los distritos de Ate y Santa Anita presentan mayores concentraciones mensuales de dióxido de nitrógeno (NO₂), mientras que Jesús María y San Borja reportan las menores concentraciones de este contaminante. Si bien las concentraciones de ozono (O₃) no sobrepasaron los estándares de calidad ambiental (ECA) (120 µg/m³), en la estación de Ate se reportaron concentraciones máximas horarias de 75.9 µg/m³ durante marzo y 65.9 µg/m³ en abril. ^{32,33}

2.3.26. CONTAMINANTES DEL AIRE

Los contaminantes del aire son emisiones producidas por el uso de combustibles fósiles en el parque automotor, las centrales térmicas, fundiciones y refinerías; las actividades de construcción y por

fuentes naturales como las erupciones volcánicas, los incendios forestales y la erosión del suelo.

Contaminantes del aire:

- Dióxido de Azufre (SO₂).
- Dióxido de Nitrógeno (NO₂).
- Material Particulado con diámetro menor a 10 micras (PM).
- Material Particulado con diámetro menor a 2.5 micras (PM).
- Monóxido de Carbono (CO).
- Ozono (O₃).
- Plomo (Pb).
- Hidrógeno Sulfurado (HS).
- Hidrocarburos Totales (HT).
- Benceno.

2.3.27. Partículas en suspensión PM10

Las partículas PM10 son el material particulado de diámetro menor o igual a 10 micrómetros. Son las partículas sólidas o líquidas suspendidas en el aire, las cuales tienen diferente composición química. Se produce por la quema de combustibles o la quema de carbón o madera.

Afecta al sistema respiratorio y cardiovascular. El material particulado (PM) que flota en el aire contiene amoníaco, sulfatos, carbón y polvo, es el que más afecta a las personas. Estas partículas son producidas principalmente por la construcción y las actividades industriales. (2)

El gobierno del Perú, es consciente que el crecimiento y desarrollo socioeconómico del país, está ocasionando desequilibrios ambientales en muchos de sus ecosistemas. En este sentido, crea en 1994 el Consejo Nacional del Ambiente, para coordinar las actividades ambientales a nivel nacional, regional y local que

realizan los diferentes Sectores y niveles del Gobierno, entidades y empresas privadas y la comunidad civil organizada.

Para la gestión de la calidad del aire de la Zona Metropolitana de Lima-Callao, se creó por Resolución Suprema N° 768-98-PCM del 31 de diciembre de 1998, el Comité de Gestión de la Iniciativa de Aire Limpio para Lima y Callao, integrado por representantes de los diferentes Sectores del gobierno central, los gobiernos locales de Lima y Callao, y representantes de la empresa privada.

La labor interinstitucional coordinada, tanto por el Consejo Nacional de Ambiente (CONAM) como por el Comité, ha permitido concentrar y generar importante información que revela que la población de la Zona Metropolitana de Lima-Callao experimentó un crecimiento desde 0,6 Millones en 1940 a 8,2 Millones (30,7% del total nacional, según cifras proyectadas en el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI).

La diagnosis de la actividad antropogénica descrita, relacionada a los factores naturales climáticas de permanente aridez de la costa peruana donde se ubica geográficamente la capital, han ocasionado que la calidad del aire, se haya convertido en uno de los mayores riesgos para la salud de la población de la Zona Metropolitana de Lima y Callao.

Así, la primera de las 10 causas de atención hospitalaria en Lima-Callao, corresponde a las infecciones respiratorias agudas. Se ha establecido que la contaminación por partículas aún en mínimas concentraciones causa a corto y largo plazo, disminución de la función pulmonar, lo que ocasiona la presencia de enfermedades crónicas respiratorias y la muerte prematura.

Dependiendo de su tamaño, las partículas pueden sedimentar o flotar. Los contaminantes sólidos sedimentables, polvo atmosférico o deposición ácida seca incluyen al grupo de partículas de hasta un diámetro de aproximadamente 100 μ , considerando que el polvo de

mayor tamaño tiende a sedimentar rápidamente; de este grupo, las partículas más finas, son las más peligrosas ya que tienen una mayor penetración en el sistema respiratorio.

Abundantes trabajos de investigación demuestran la relación directa entre el polvo atmosférico y partículas respirables con enfermedades respiratorias, digestivas, dermatológicas, reumáticas, nerviosas y oculares.

El Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología- SENAMHI- a través de su Dirección General de Investigación y Asuntos Ambientales, mediante su Programa de Vigilancia de la Contaminación Ambiental en la Zona Metropolitana (Z.M.) de Lima-Callao, viene evaluando los niveles de contaminación en los diferentes distritos de la capital; para ello cuenta con una red de muestreo de los contaminantes sólidos sedimentables (CSS), una estación automática de Calidad del Aire para la evaluación de los contaminantes gaseosos (Dióxido de Azufre, Monóxido de Carbono, Ozono Troposférico y Óxidos de Nitrógeno) y una estación meteorológica automática. (Anexo 2)³⁴

2.3.28. Partículas PM10 en Lima Metropolitana

En el mes de marzo de 2015, en el distrito de Ate, el valor mensual promedio para este contaminante (PM10) alcanzó 78,5 ug/m³, cifra inferior en 36,8% en relación al mes anterior; y en 41,2% respecto a similar mes del año anterior.

En el distrito de Jesús María (Campo de Marte), la concentración promedio de PM10 fue de 52,4 ug/m³, valor que aumentó en 26,0% respecto al mes anterior; y en 10,3% en relación a similar mes del año anterior. En el distrito de Santa Anita alcanzó 109,8 ug/m³, mayor en 34,1% en relación con el mes anterior, y en 64,1% respecto a similar mes del año anterior.

En el distrito de Villa María del Triunfo el valor promedio de PM10 fue 240,3 ug/m³, cifra que aumentó en 89,8% con respecto al mes anterior; y en 72,3% con relación al mes del año anterior. En el distrito de Huachipa la concentración promedio de PM10 registró 131,5 ug/m³, valor mayor en 28,4% en relación con el mes anterior.

El distrito de San Juan de Lurigancho registró 122,6 ug/m³ de PM10, cifra mayor en 33,0% respecto al mes anterior. En el distrito San Martín registró un valor promedio de 64,9 ug/m³, valor que aumentó en 39,0% en relación con el mes anterior.

En el distrito de Carabayllo la concentración promedio de PM10 fue de 99,6 ug/m³, valor que aumentó en 15,8% en relación al mes anterior.

El distrito de Puente Piedra registró en promedio 158,5 ug/m³, valor que aumentó en 15,0% en relación con el mes anterior.³⁵ (Anexo 3).

2.3.29. DIOXIDO DE SILICIO Y SILICOSIS

La sílice (dióxido de silicio) SiO₂, es el segundo mineral más abundante en la corteza terrestre y es un componente mayor de arena, piedra, minerales metalíferos, entre los principales minerales silíceos son el cuarzo, la calcedonia y el ópalo. Se encuentra cuarzo en la mayoría de las rocas magmáticas sedimentarias y metamórficas, la Sílice es un material que se encuentra en los minerales, se presenta principalmente en las formas:

Forma cristalina: Cuarzo, Cristobalita, Tridimita.

Amorfa: tierra de diatomeas, ópalo.

La Sílice libre es la que no está combinada con ningún otro elemento. El Cuarzo es un ejemplo de Sílice libre que cristaliza en el sistema hexagonal,

- Propiedades Físicas del Cuarzo: SiO₂
- Dureza: 7 en la escala de Mohs

- Brillo: Reluciente, translucido, u opaco.
- Color: Blanco, transparente, rojizo, rosa
- Peso molecular: 60.1 g/mol
- Punto de ebullición: 2230 °C
- Punto de fusión: 700 °C
- Punto de inflamación: no inflamable
- Densidad relativa: 2.65
- Solubilidad en agua: no soluble

La inhalación de polvo con contenido de sílice libre cristalizada en fracción respirable da lugar a la Silicosis que es la forma más importante de neumoconiosis. Esta sustancia se utiliza en las actividades de minería, tratamiento de minerales, limpieza por arenado, industria del cemento, fabricación de asfalto, cerámica, limpieza abrasiva, demolición, industria del vidrio, molienda de cuarzo, moldes de fundición, fabricación de prótesis dentales, pulido de superficies metálicas y construcción.

Las ocupaciones con riesgo potencial de exposición a Sílice son: albañil, operador de maquinaria pesada, operador de máquinas de chancado de minerales, trabajos de pulido, operador de maquinaria minera, perforador de rocas, arenador, laboratorista dental.

Debido a su poder patógeno y a su abundancia, es el principal protagonista en la mayoría de las neumoconiosis, cuando no el único. De ahí que con frecuencia el término silicosis se use para denominar cualquier neumoconiosis.

No obstante, hay tipos de polvos capaces de producir neumoconiosis independientemente de la sílice, como es el carbón, o conjuntamente con la misma (neumoconiosis de polvo mixto). Hoy es bien conocido que la relación entre la exposición al polvo inorgánico y los efectos sobre la salud que produce dependen de la dosis acumulada, es decir, de la concentración del polvo en el aire y

de la duración de la exposición y también del tiempo de residencia de este polvo en los pulmones.

Así mismo se sabe que existe un período de latencia entre el inicio de la exposición y el comienzo de las manifestaciones clínicas que puede ser más o menos largo dependiendo del tipo de neumoconiosis. Así pues, las neumoconiosis son evitables si se puede reducir sustancialmente la cantidad de polvo en el medioambiente de trabajo y la cantidad de polvo que penetra en los pulmones.

Los conocimientos actuales sobre la patogenia de la enfermedad y los avances tecnológicos que permiten poner en práctica medidas de control pueden prevenir la progresión de la enfermedad, sobre todo las formas agudas o aceleradas que están asociadas a una mayor exposición a polvo. Por lo tanto, es fundamental la evaluación continua de las condiciones de trabajo y la evaluación periódica de la salud, incluyendo la vigilancia de la misma después de haber cesado la exposición³⁵

La sílice cristalina se encuentra en el concreto, en las obras de albañilería, en la arenisca, en las rocas, en las pinturas y en otros abrasivos. Actividades como cortar, romper, aplastar, perforar, triturar o cuando se efectúa la limpieza abrasiva de estos materiales pueden producir el polvo fino de la sílice. También puede estar en la tierra, en el mortero, en el yeso y en las ripias.

Las partículas muy pequeñas de polvo de sílice pueden estar en el aire que respiramos y quedar atrapadas en sus pulmones. La sobreexposición al polvo que contiene partículas de sílice cristalina puede causar la formación de tejidos de cicatrización en los pulmones denominada Silicosis. Eso disminuye la capacidad de los pulmones de extraer oxígeno del aire que respiramos.

Los trabajos en lugares cerrados y mal ventilados son especialmente peligrosos. El uso de martillos neumáticos y otros medios técnicos que generen nubes de polvo aumenta el riesgo

Dentro de las Neumoconiosis, la Silicosis se presenta como: Silicosis simples o crónicas, presenta una evolución crónica y aparece después de una exposición de varios años (con frecuencia más de 20 años), inclusive cesada la exposición, Silicosis acelerada, es una forma clínica rápidamente progresiva que puede evolucionar en un tiempo corto, estudios sobre la materia han acreditado hasta 8 años. Después de una exposición intensa a sílice libre, puede verse en trabajadores con chorro de arena y un importante estudio en Argentina presentó que el 30% de los trabajadores expuestos fallecían antes de los 40 años.

Silicosis agudas, son aquellas que tienen una exposición de hasta 5 años y fallecimiento precoz. En la biopsia o necropsia el pulmón presenta una sustancia que es el PAS (Ácido periódico de Shiff) positivo. Otras patologías relacionadas con exposición a sílice son: Cáncer de pulmón, en 1996 la sílice cristalina fue clasificada en el grupo I (carcinógeno en humanos) por la IARC (International Agency for Research on Cancer). Además de Enfermedades Obstructivas, EPOC, Bronquitis crónica, Enfisema, y sobre todo la Tuberculosis.

2.3.30. ACTIVIDADES CON EXPOSICIÓN POTENCIAL Y DE RIESGO

Las actividades económicas identificadas, con riesgo de exposición a sílice a sus trabajadores son:

- Trabajos de extracción, manipulación y tratamiento de minerales que liberen polvo de sílice. En minas, túneles, galerías y canteras.
- Trabajos en piedra (granito, pizarra, arenisca, entre otros).
- Abrasivos (chorro de arena, pulido, en mantenimiento de barcos).
- Trabajos de construcción civil.

- Fundición (moldes).
- Fabricación de cemento
- Polvo de limpieza.
- Cerámica, porcelana, loza y refractarios (trituration, pulido).
- Industria del caucho, del papel, del linóleo, cartón y de ciertas especies de fibrocemento.
- Industrias de pieles.
- Industrias de vidrio, de porcelana, de la cerámica, de loza, y de refractarios (trituration, pulido) (caolín).
- Industrias de jabones y en joyerías.
- Industria de química y farmacéutica (utilización de la permutita y bentonita).
- Industria metalúrgica (utilización de la bentonita, polvos de olivino y de circonio), para el moldeado y limpieza de fundiciones.
- Otros (Al ser el silicio el segundo elemento, en cantidad, en la composición de la corteza terrestre, después del oxígeno, la silicosis puede presentarse en las situaciones más insospechadas).

2.3.31. NEUMOCONIOSIS POR SILICATOS (SILICATOSIS):

- Exposición a asbesto (asbestosis).
- Exposición a talco (talcosis): suavizado de superficies, cerámicas, material de relleno y soporte de pinturas.
- Exposición a caolín (caolinosis): minería, industrias de papel y porcelana.
- Material de soporte, pinturas, insecticidas, plásticos, refractarios, vidrio, cosmética etc.).
- Otros silicatos: arcillas, mica, oliviana, zeolita, sepiolita, bentonita, y otros.

Son considerados peligrosos los trabajos con exposición a polvo en lugares cerrados y mal ventilados, el uso de martillos neumáticos y otros medios técnicos que generen nubes de polvo aumenta el riesgo. Ciertos procesos industriales, han aumentado las fuentes de riesgo al incorporar sílice triturada (Pulimentos, metálicos, polvos de

limpieza, papel de lija), sílice molida y polvo de cuarzo (esmaltado y otros).

En las actividades económicas con riesgo de silicosis o de neumoconiosis es imprescindible considerar las condiciones de trabajo y las concentraciones del Mineral. El Instituto Nacional para la Seguridad y Salud Ocupacional (NIOSH) admite como límite máximo hasta 50 microgramos x m³ de aire. Además de realizar evaluaciones periódicas de salud. Entre ellas: Evaluación de la salud inicial, vigilancia de la salud a intervalos periódicos, vigilancia de la salud tras una ausencia prolongada por motivos de salud, y vigilancia de la salud post-ocupacional.³⁶

El nivel aún incipiente y otros ausentes de los procesos de tecnificación en los procesos de explotación minera; más aún la tecnología en higiene de seguridad e higiene minera. Así como la carencia de los implementos y equipos adecuados para el diagnóstico en los servicios de salud de zonas alejadas, en las cuales se desarrollan las actividades mineras de pequeña y mediana minería y especialmente la minería artesanal involucrando en este último trabajo infantil y de adolescentes.

En el Perú se estableció el límite máximo en 0.05 mg / m³.

2.3.40. MEDIDAS DE IMPLEMENTACIÓN PARA LA MEJORA DE LA CALIDAD DEL AIRE A NIVEL NACIONAL

- Promoción del uso de gas natural vehicular (GNV) y gas licuado de petróleo (GLP).
- Eliminación del plomo en la gasolina.
- Reducción del azufre en el combustible.
- Cumplimiento de las revisiones técnicas.
- Sistemas de transporte masivo de pasajeros (Metropolitano y tren eléctrico).

- Implementación de bases legales para el uso de mejor tecnología vehicular, como las normas EURO III y IV para vehículos y EURO II para motos (desde el 2014).
- Incentivos para la comercialización de combustibles limpios.

2.3.41. FUNDAMENTO TOMA DE MUESTRA.

La muestra se recoge haciendo pasar un volumen conocido de aire a través de un muestreado que incorpora un elemento de retención adecuado, con la ayuda de una bomba de muestreo.

La cantidad de materia retenida en el elemento de retención, expresada en miligramos, se obtiene como diferencia entre la pesada del elemento de retención posterior y previa al muestreo.

A partir de dicha cantidad, y teniendo en cuenta el volumen de aire muestreado, se obtiene la concentración de materia particulada en aire, en miligramos por metro cúbico.³⁷

2.4 Formulación de Hipótesis

2.4.1. Hipótesis General

1. El material particulado en fracción respirable sobrepasa el límite máximo permisible en construcciones del distrito de Jesús María, 2015.

1.4.2. Hipótesis Específicas

1. Los pesos del material particulado superan el límite máximo en fracción respirable en construcciones del distrito de Jesús María
2. Existe presencia de sílice como contaminante de material particulado.

2.5 Operacionalización de variables

VARIABLE INDEPENDIENTE	DIMENSION	INDICADORES	ESCALA DE MEDICION
Material particulado	- Peso de Material Particulado - Sílice	- ug/m ³ - ug/m ³	Nominal Si/ no
VARIABLE DEPENDIENTE	DIMENSION	INDICADORES	ESCALA DE MEDICION
Fracción respirable	- Potencia de la bomba de succión: 11,25	- Bar	Nominal Si/No

2.6 DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS

Valor límite. - Cifra de referencia para la concentración de un agente químico en el aire. (Los valores límite están en su mayor parte establecidos para periodos de referencia de 8 horas y/o 15 minutos, valores límites umbrales, TLV por sus siglas en ingles).

Polvo. - Suspensión de materia sólida particulado dispersa en la atmósfera, producida por procesos mecánicos y/o por movimientos de aire.

Fracción respirable. - Fracción másica de las partículas inhaladas que penetran en las vías respiratorias no ciliadas. El convenio para la definición de esta fracción respirable es el establecido en el apartado 5.3 de la norma UNE-EN 481:1995 "Atmósferas en puestos.

CAPÍTULO III:

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN.

No experimental, transversal, prospectivo

2.2 DISEÑO DE INVESTIGACION

Investigación No experimental, se observa, se recolecta la muestra y se procesa.

El estudio transversal se da debido a que no es un resultado que requiera una investigación a largo plazo si no que brinda datos en el momento que se toma la muestra y brinda resultados en el tiempo en el cual se está realizando la investigación

3.3 POBLACION Y MUESTRA

Construcciones del Distrito de Jesús María, por muestreo y por conveniencia.

Las muestras de aire que se tomaron fueron cercanas a dichas construcciones

3.4 TECNICA E INSTRUMENTOS DE LA RECOLECCION DE DATOS

3.4.1. TECNICA DE OBSERVACION

Análisis Gravimétrico de acuerdo al Instructivo INS IT 02 Oviedo-España.

3.4.2. INSTRUMENTOS

La Hoja de Cálculo Excel/Calc puede convertirse en una poderosa herramienta para crear entornos de aprendizaje que enriquezcan la representación (modelado), comprensión y solución de problemas, en el área de la estadística y probabilidad. Excel ofrece

funcionalidades que van más allá de la tabulación, cálculo de fórmulas y graficación de datos:

En estadística descriptiva representa todos los tipos de gráficos y calcula la media, moda, mediana, recorrido, varianza y desviación típica.

- En estadística bidimensional representa la nube de puntos y la recta de regresión. Calcula el centro de gravedad, las desviaciones típicas marginales, la covarianza, el coeficiente de correlación, la recta de regresión y buscar objetivos.
- En la distribución binomial, calcula cualquier probabilidad, la media, varianza y desviación típica.
- En la distribución normal, calcula cualquier probabilidad en la normal estándar $N(0, 1)$ y en cualquier normal $N(m, s)$ y genera la tabla $N(0, 1)$.
- En inferencia estadística calcula los intervalos de confianza, el tamaño de la muestra y se puede aplicar al contraste de hipótesis, tanto en el bilateral como en el unilateral.
- En probabilidad simula todo tipo de lanzamientos.
- La instalación del programa es muy sencilla, además Microsoft Excel incluye un comando para el análisis de datos, dentro de las "herramientas para el análisis", su uso es poco común, ya que no se tiene cuidado de instalar todas las funciones dentro de las "herramientas", perdiendo la oportunidad de utilizar un medio poderoso para el estudio dentro de la estadística

3.4.2. VERIFICACION DE BALANZA

- Aprender a calibrar correctamente la balanza y reportar el margen de error entre las diferentes pesas
- Complementar aprendizaje sobre uso de la balanza.
- Verificar si la diferencia de peso altera en algo los valores en los ensayos.

Materiales:

- Pinza
- Balanza analítica
- Pesas calibradas: 1grs, 5grs, 20grs, 50grs.
Error Máximo permisible: +/- 0,1 grs. (EMP)

Procedimiento:

- Previo encendido limpiar bien las partes de la balanza
- Encender la balanza y colocarla en modo calibrar.
- Comenzar a pesar cada una de las balanzas ya mencionadas apuntando su error y la diferencia de peso
- Se toman en cuenta dos valores: VALOR TEORICO O NOMINAL y VALOR REAL
- De igual manera se tiene en cuenta la temperatura y la humedad relativa dentro del área donde se ubica la balanza.

Pesas(g)	Peso real	Error Real	EMP
0.02	0.0200g	0.0	0,1
1	1.0001	+0.0001	0,1
5	4.9999	-0.0001	0,1
20	20.0000	0.0	0,1
50	50.0001	+0.0001	0,1

3.5 TECNICA DE PROCESAMIENTO Y ANALISIS DE DATOS

- **Registro de datos mediante cuadros:** para poder tener un mejor manejo y control de los datos recaudados presentado en un formato digital e impreso durante la toma de las muestras fue elaborada en tiempo real

- **Codificación de datos:** se le dio una numeración a cada muestra luego de ser tomada para así poder tener un mejor control sobre ella teniendo así en cuenta la hora, fecha, cantidad analizada esta codificación se realiza ya al empezar a procesar las muestras en el laboratorio. ^{41,4}

3.6 TÉCNICA GRAVIMETRICA.

A) PESADA DE LOS FILTRO PREVIA A LA TOMA DE MUESTRA

El proceso de pesada del filtro previo a la toma de muestras se realizó siguiendo los siguientes pasos para todos los filtros:

- Se sacó cuidadosamente los filtros de membrana de su caja o paquete original y se colocaron sobre la porta filtros, los cuales se etiqueto debidamente para su identificación inequívoca.
- La porta filtros se introdujeron en la cámara de humedad controlada y se mantiene en ella al menos durante 20 ± 2 horas.
- Los filtros se extrajeron de la cámara en el mismo momento en que se vayan a pesar.
- Se retira cuidadosamente el filtro del portafiltros tomándolo con la pinza.
- Se pesó el filtro a través del dispositivo eliminador de electricidad estática.
- Se depositó el filtro en el centro del platillo de la balanza o sobre un vidrio de reloj previamente tarado.
- Se determinó el peso del filtro 1 P con una aproximación mínima de 0,01 mg.
- Antes de cada pesada individual se comprobó que el platillo de la balanza y el vidrio de reloj estén limpios, y se taro la balanza, aguardando unos instantes hasta estabilización de la lectura del “display” de la misma.
- Una vez estabilizado se registró la pesada.
- Los filtros pesados se colocaron de nuevo en los portafiltros.

- Los portafiltros, con los filtros de membrana en su interior, se selló adecuadamente con una pinza para la toma de muestra.

B) TOMA DE MUESTRA

1. Antes de usar los muestreadores se comprobó que están completamente limpios y secos.

NOTA 1: Se tendrán en cuenta las recomendaciones del fabricante en todas las operaciones de limpieza y manipulación del muestreador.

2. Se monta el elemento de retención previamente pesado en el muestreador seleccionado.

El elemento de retención se manipulará únicamente con pinzas de puntas planas y el muestreador, con el elemento de retención incorporado, permanecerá convenientemente cerrado hasta el comienzo del muestreo.

3. Se calibra la bomba de muestreo al caudal requerido empleando un medidor de caudal, y un muestreador conteniendo un elemento de retención del mismo lote que el utilizado en el muestreo.
4. Antes de comenzar el muestreo, se retiran las protecciones del muestreador y se conecta éste a la bomba mediante un tubo flexible, asegurándose de que no existen fugas ni estrangulamientos.
5. Para mediciones en un punto fijo (de la Norma UNE-EN 689) se debe elegir una localización adecuada para el muestreo.

NOTA 2: Para muestreos personales se coloca el muestreador en la zona de respiración del trabajador, por ejemplo, sujeto a la solapa, y la bomba de muestreo se sujeta en el cinturón o en otro lugar apropiado de la ropa del trabajador, evitando estrangulamientos del tubo flexible.

6. Para iniciar el muestreo se pone en marcha la bomba y se anota la hora de comienzo de la toma de muestra.

El tiempo de muestreo debe ser representativo de la duración de la exposición de los trabajadores y tan largo como sea razonablemente posible, evitando la colmatación del elemento de retención.

7. Al finalizar la toma de muestra se anota el tiempo transcurrido desde el inicio del muestreo.

Se retira el muestreador del sistema de muestreo y se vuelve a cerrar para evitar pérdidas o contaminaciones durante su traslado al laboratorio. Se anotan la referencia de la muestra y todos los datos relativos al muestreo.

8. Con el mismo muestreador y elemento de retención utilizados en la calibración previa, se verificará y anotará el caudal de la bomba tras el muestreo.

El caudal al final del periodo de muestreo debió haberse mantenido dentro del $\pm 5\%$ del valor ajustado inicialmente.

La muestra se considera no válida cuando la diferencia entre los caudales medidos antes y después de la toma de muestra supera dicho 5% .^{43,44}

C) PROCEDIMIENTO DE ANALISIS

1. Limpieza

1.1. El área próxima a las balanzas debe mantenerse libre de polvo y de cualquier elemento que pueda afectar a la estabilidad de la pesada. Las mesas o áreas de trabajo pueden limpiarse con paños húmedos o toallas adsorbentes.

1.2. El plato de la balanza o los accesorios para la pesada de los elementos de retención, así como pinzas, espátulas u

otros utensilios de laboratorio, pueden limpiarse cuidadosamente con alcohol y tejidos desechables no fibrosos.

2. Condiciones para la determinación gravimétrica

La balanza está ubicada en un local donde las condiciones ambientales están debidamente controladas (temperaturas en torno a 20°C y humedades relativas próximas al 50 %).

El local no presenta ventanas evitando corrientes de aire y fuentes de energías radiantes o electromagnéticas. Se recomendó, que durante las determinaciones gravimétricas únicamente permanezca en este ambiente la persona que las está realizando.

3. Calibración de la balanza y control de calidad

3.1. Calibración periódica: La balanza es calibrada periódicamente para comprobar su correcto funcionamiento y que los resultados sean consistentes y reproducibles. El resultado de la calibración debe quedar reflejado en el correspondiente certificado de calibración.

NOTA 1: Si la calibración interna de la balanza la realiza el propio laboratorio, debe utilizar procedimientos adecuados para ello.

NOTA 2: La periodicidad recomendada para la calibración de la balanza es de aproximadamente 12 meses, y siempre que se compruebe que la calidad de los resultados no es aceptable

3.2. Verificación de las condiciones de uso de la balanza:

De forma periódica, por ejemplo, mensualmente, el usuario puede realizar una serie de actuaciones para verificar la sensibilidad y repetibilidad de su balanza analítica.

El uso de pesas certificadas de la clase F o E permite controlar las especificaciones de las balanzas capaces de pesar con una resolución de 1 o 10 microgramos (balanzas de 6 o 5 cifras, respectivamente).

NOTA: La comprobación del ajuste del cero (o tara) antes de cada pesada y la utilización de la opción de auto calibración (mediante pesas internas), disponible ya en muchas balanzas, son actuaciones cotidianas que contribuyen al control del funcionamiento de la balanza.

3.3. Control de calidad:

Los equipos e instrumentos utilizados durante el análisis gravimétrico fueron incluidos en un programa de mantenimiento, calibración y control de calidad debidamente documentado y recogido en el procedimiento de trabajo.

Las situaciones más habituales que afectan a la precisión de las determinaciones gravimétricas y que son detectables con un adecuado control de calidad están asociadas a deficiencias o mal funcionamiento de la balanza, de la cámara de humedad controlada o del sistema de eliminación de cargas electrostáticas; a variaciones en la calidad o composición de los elementos de retención y a diferencias entre analistas.

3.3.1. Control de calidad interno:

El laboratorio debe disponer de un sistema de control de calidad interno que permita identificar y actuar ante

situaciones donde la calidad de las determinaciones gravimétricas del laboratorio pueda verse comprometida.

NOTA: Por ejemplo, el empleo de blancos intercalados entre las muestras de campo permite detectar variaciones sistemáticas en la masa debidas a posibles absorciones o evaporaciones durante el proceso de pesada.

3.3.2. Control de calidad externo:

Es conveniente que el laboratorio participe en programas de control de calidad externos donde pueda contrastar la calidad de sus determinaciones gravimétricas.

4. Procedimiento de medida

La determinación gravimétrica requiere pesar el elemento de retención tanto antes como después de la toma de muestra. Para ello, los elementos de retención deben ser manipulados cuidadosamente y colocados sobre los soportes que faciliten su acondicionamiento y/o eliminación de posibles cargas estáticas.

Los elementos de retención se tratarán de forma idéntica antes y después de la toma de muestra, realizándose las pesadas en la misma balanza y, a ser posible, por la misma persona.

4.1. Acondicionamiento del elemento de retención: Los elementos de retención que requieran acondicionamiento se introducen en la cámara de humedad durante un periodo mínimo de 24 horas, para que la temperatura y la humedad de dicho elemento se equilibren con las existentes en el interior de la cámara.

4.2. Pesada del elemento de retención

- Inmediatamente antes de proceder a la pesada se debe eliminar, con el correspondiente dispositivo, la posible carga

electrostática existente en la superficie del elemento de retención ya que ésta puede llegar a ser una fuente de error importante en algunas determinaciones gravimétricas.

- Previamente a la pesada del elemento de retención la balanza habrá sido ajustada a cero.
- La pesada se realiza depositando el elemento de retención sobre el plato o accesorio específicamente diseñado para la balanza. Se considerará como valor de la pesada la lectura registrada una vez que ésta se haya estabilizado.

NOTA: Para los elementos de retención acondicionados en la cámara de humedad es aconsejable que después de realizar 10 o 12 pesadas consecutivas se espere al menos 1 hora para restablecer el control de la humedad de la cámara.

- Para minimizar los errores asociados a las operaciones con la balanza se recomienda efectuar al menos tres pesadas del elemento de retención y utilizar, como resultado, el valor medio de las mismas.

NOTA: Factores como la humedad o la electricidad estática pueden generar diferencias entre pesadas (por ejemplo, pueden ser superiores a 10 µg para balanzas con sensibilidad de 1 µg). En tal caso, debería efectuarse alguna pesada adicional.

D) CALCULOS

1. Cantidad de materia particulada retenida El peso de la materia particulada (P) recogida en el elemento de retención, expresada en miligramos, se obtiene por diferencia entre la pesada posterior (P2) y la previa (P1) a la toma de muestra, de acuerdo con la expresión:

$$P = (P_2 - P_1)$$

Dónde:

- ❖ P1 es el valor medio de las tres pesadas previas al muestreo, en mg

$$P_1 = \frac{P_{11} + P_{12} + P_{13}}{3}$$

- ❖ P2 es el valor medio de las tres pesadas posteriores al muestreo, en mg

$$P_2 = \frac{P_{21} + P_{22} + P_{23}}{3}$$

2. Corrección de la inestabilidad de la pesada mediante el uso de blancos de muestreo

Esta corrección se realiza utilizando tres elementos de retención en blanco.

En este caso, la expresión para el cálculo de la cantidad de materia particulada recogida en un elemento de retención corregida con el resultado de las pesadas obtenidas para los blancos sería:

$$P_{\text{corregida}} = (P_2 - P_1) \pm \left(\frac{(B_{12} - B_{11}) + (B_{22} - B_{21}) + (B_{32} - B_{31})}{3} \right)$$

$$P_{\text{corregida}} = P \pm \left(\frac{(B_{12} - B_{11}) + (B_{22} - B_{21}) + (B_{32} - B_{31})}{3} \right)$$

Donde:

P corregida es el peso de la materia particulada recogida corregida con los valores de los blancos, en mg

P es el peso de la materia particulada determinada en el elemento de retención, en mg

Bi 2 y Bi 1 son las pesadas posterior y previa de cada blanco utilizado para la corrección, en mg

NOTA: La corrección no es necesaria cuando la media de las diferencias entre las dos pesadas del elemento de retención en blanco, posterior (Bi2) y previa (Bi1), en valor absoluto, no supere el límite de detección calculado.

3. Volumen de aire muestreado

El volumen de aire muestreado se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$V = \frac{(q_{\text{inicial}} + q_{\text{final}})}{2} \cdot t$$

Donde:

V es el volumen de aire muestreado, en litros.

q inicial, es el caudal al comienzo del periodo de muestreo, en litros por minuto.

q final, es el caudal medido tras finalizar el muestreo, en litros por minuto.

t, es el tiempo de muestreo en minutos.

4. Concentración de la materia particulada en aire

La concentración de la materia particulada (C) se calcula mediante la expresión:

$$C = \frac{P_{\text{corregida}}}{V}$$

Donde:

C, es la concentración de la materia particulada en miligramos por metro cúbico de aire muestreado

P corregida, es la cantidad de materia particulada en miligramos, corregida con los valores de los blancos

V, es el volumen de aire muestreado, en metros cúbicos.

CAPÍTULO IV:

PRESENTACIÓN, ANALISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

4.1 PROCESAMIENTO DE DATOS: RESULTADOS

De acuerdo con los cálculos realizados se pudo obtener los siguientes valores promedio de las 3 lecturas por cada muestra analizada.

Promedio de muestra	PESO 1	PESO 2	PESO 3	Peso promedio	Resultado final
Muestra 1	0.100	0.100	0.103	0.101	3001.48 ug/m3
Muestra 2	0.130	0.131	0.132	0.131	3881.48 ug/m3
Muestra 3	0.108	0.107	0.106	0.107	3179.26 ug/m3
Muestra 4	0.140	0.139	0.141	0.139	4065.19 ug/m3
Muestra 5	0.171	0.173	0.172	0.172	5117.04 ug/m3
Muestra 6	0.404	0.405	0.406	0.405	12000.00 ug/m3
Muestra 7	0.118	0.119	0.117	0.118	3522.96 ug/m3
Muestra 8	0.115	0.115	0.115	0.115	3422.22 ug/m3
Muestra 9	0.109	0.110	0.111	0.110	3259.26 ug/m3
Muestra 10	0.110	0.113	0.113	0.112	3324.44 ug/m3
Muestra 11	0.151	0.152	0.153	0.152	4526.22 ug/m3
Muestra 12	0.209	0.207	0.208	0.208	6167.43 ug/m3
Muestra 13	0.120	0.118	0.119	0.119	3535.9 ug/m3
Muestra 14	0.228	0.229	0.227	0.228	6783.19 ug/m3
Muestra 15	0.103	0.104	0.105	0.104	3091.07 ug/m3
Muestra 16	0.119	0.119	0.119	0.119	3547.1 ug/m3
Muestra 17	0.136	0.140	0.141	0.139	4119.4 ug/m3
Muestra 18	0.250	0.249	0.251	0.250	7422.11 ug/m3
Muestra 19	0.156	0.155	0.154	0.155	4603.74 ug/m3
Muestra 20	0.150	0.149	0.153	0.151	4490.35 ug/m3
Muestra 21	0.207	0.205	0.206	0.206	6123.53 ug/m3

Muestra 22	0.113	0.113	0.110	0.112	3320.30 ug/m3
Muestra 23	0.129	0.130	0.131	0.129	3832.03 ug/m3
Muestra 24	0.241	0.241	0.244	0.242	7195.31 ug/m3
Muestra 25	0.128	0.128	0.128	0.128	3799.49 ug/m3
Muestra 26	0.134	0.133	0.132	0.133	3959.22 ug/m3
Muestra 27	0.218	0.218	0.221	0.219	6489.32 ug/m3
Muestra 28	0.164	0.164	0.164	0.164	4871.27 ug/m3
Muestra 29	0.143	0.139	0.140	0.139	4142.11 ug/m3
Muestra 30	0.134	0.135	0.136	0.135	4005.55 ug/m3

Para hallar el volumen muestreado:

$$6 \text{ Bar} \text{ _____ } 1.8 \text{ m}^3/\text{hora}$$

$$11.25 \text{ Bar} \text{ _____ } X$$

$$X = \frac{11.25 \times 1.8}{6} = 3.375 \text{ m}^3/\text{hora}$$

6

Tabla Nº 11. Resultados del análisis de las muestras (promedio de 3 lecturas)

REPORTE DE RESULTADO N° 3045D-2016

Método empleado: MET-TOX-014 "Determinación de Silicio en muestras ambientales por Espectrometría de Masa con Plasma Acoplado Inductivamente(ICP-MS)"

Nº	Nº FILTRO	SILICE = ug / m ³	% DE Silice
BLANCO	FILTRO N° 1	0,00	0
1	FILTRO N° 2	1,73	0,39
2	FILTRO N° 3	9,62	2,14
3	FILTRO N° 4	18,70	4,17
4	FILTRO N° 5	23,80	5,30
5	FILTRO N° 6	23,55	5,25
6	FILTRO N° 7	45,25	10,08
7	FILTRO N° 8	3,22	0,72
8	FILTRO N° 9	9,83	2,19
9	FILTRO N° 10	25,15	5,60
10	FILTRO N° 11	18,27	4,07
11	FILTRO N° 12	10,26	2,29
12	FILTRO N° 13	9,15	2,04
13	FILTRO N° 14	15,15	3,37
14	FILTRO N° 15	20,25	4,51
15	FILTRO N° 16	16,10	3,59
16	FILTRO N° 17	1,90	0,42
17	FILTRO N° 18	3,55	0,79
18	FILTRO N° 19	5,17	1,15
19	FILTRO N° 20	7,90	1,76
20	FILTRO N° 21	20,22	4,50
21	FILTRO N° 22	25,65	5,71
22	FILTRO N° 23	25,49	5,68
23	FILTRO N° 24	20,22	4,50
24	FILTRO N° 25	21,22	4,73
25	FILTRO N° 26	7,29	1,62
26	FILTRO N° 27	12,79	2,85
27	FILTRO N° 28	15,49	3,45
28	FILTRO N° 29	7,80	1,74
29	FILTRO N° 30	8,90	1,98
30	FILTRO N° 31	15,30	3,41
		448,92	100,00

Tabla N° 12. Determinación de silicio por ICP-MS

Diagrama de % de sílice

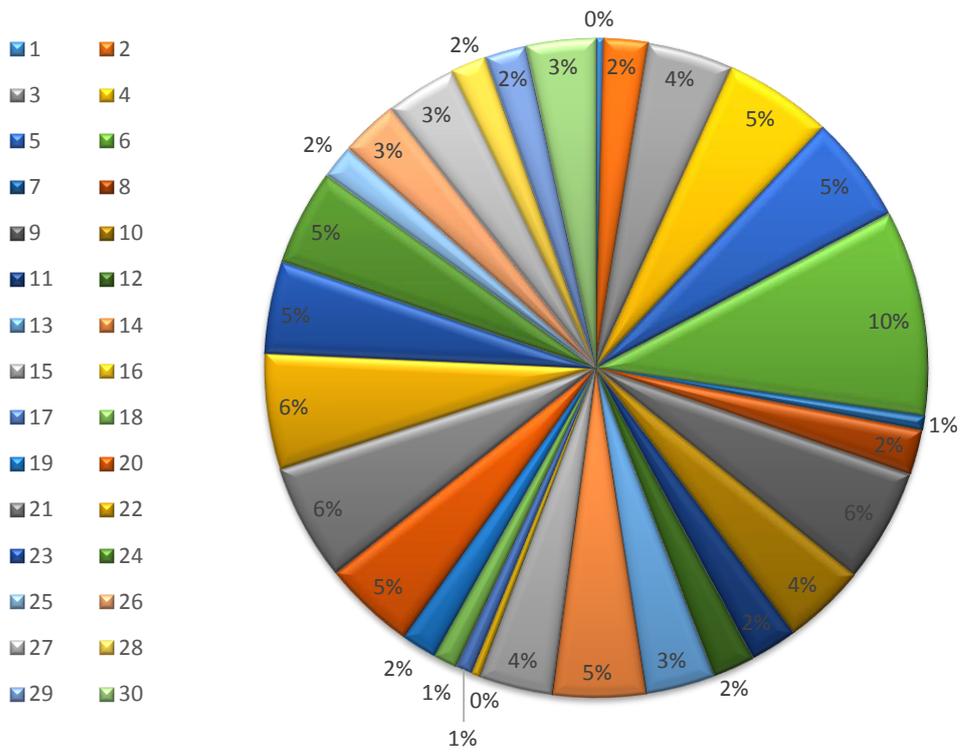


Grafico nº31 = Porcentaje de sílice en muestras

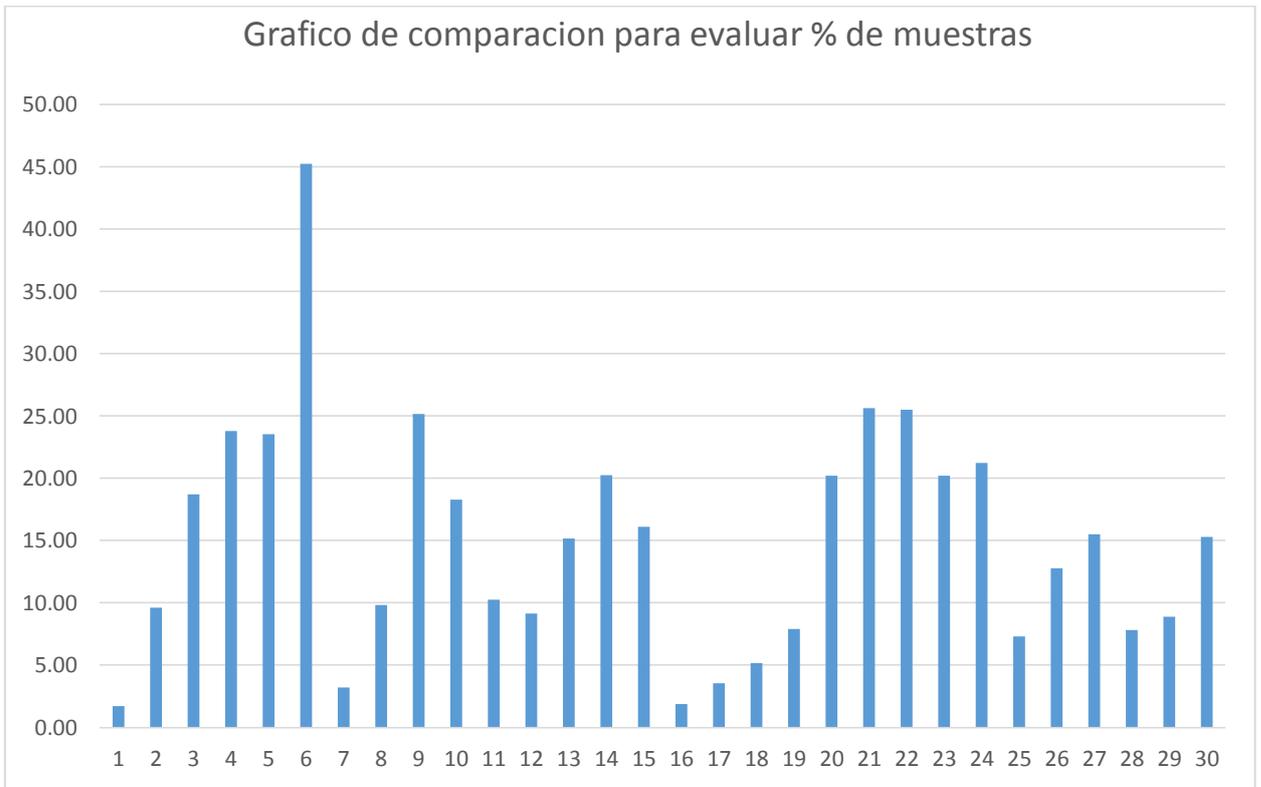


GRAFICO N°32 = Comparacion de sílice con limite máximos

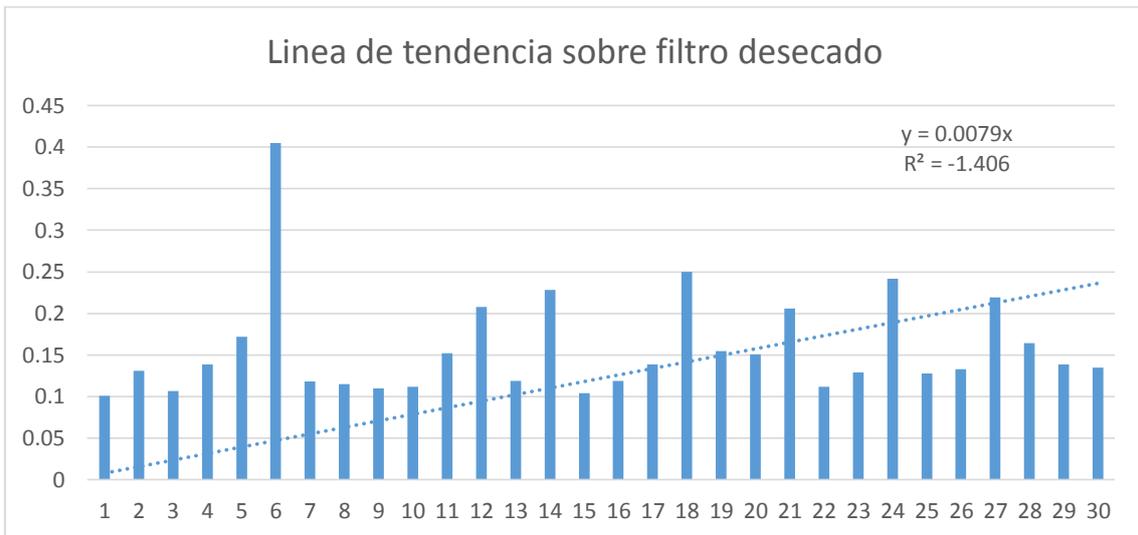


Gráfico N° 33. Peso del Filtro desecado (B) por cada muestra analizada.

4.2. DISCUSION

En el presente trabajo de investigación se tomó en consideración el distrito de Jesús María por ser uno de los distritos donde existe un punto de toma de muestra ambiental (Monitor Ambiental). La cual según valores de SENAHMI está dentro de los valores normales ($150 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en 24 horas y $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ anual). Lo cual al comparar con nuestros valores pudimos investigar que la toma de muestra del SENAHMI es día y noche (durante este horario donde no se trabaja); además de la distancia que es un punto fijo ubicado en Jr. Nazca la cuadra 06, donde en la actualidad no hay ninguna construcción cerca.

Además, la toma de muestra por parte de nosotros fue a una distancia de 10 metros como promedio ya que nos ubicamos al frente de las construcciones.

De acuerdo con el estudio Análisis de partículas suspendidas totales (PST) y partículas fracción respirable (PM10), en Cunduacán, Tabasco, H Pérez-Vidal, MA Luna Gómez-Rocha, LI Acosta-Pérez, México, 2008: también encontraron valores elevados en hora laboral los cuales nos da una evidencia de que existe una contaminación ambiental en Cunduacán.

Herrera Díaz, Clemente, Moyobamba Perú 2011, distribución espacial vertical de las partículas en suspensión PM 10 del medio atmosférico urbano en segunda Jerusalén – Rioja - San Martín – Perú refiere que concerniente a partículas PM10, cumple las normas legales peruanas, pero se confirma la presencia de ese material en promedios cuyas cantidades son de $10.14 \mu\text{g}/\text{m}^3$ para la época de invierno y $13.37 \mu\text{g}/\text{m}^3$ para la época de verano; esto se debe a que en la zona de toma de muestra son áreas donde no hay construcciones que puedan elevar la contaminación ambiental, este distrito la mayoría son cristianos y cuidan mucho el medio ambiente y el medio natural que los rodea, verificándose en los valores obtenidos.

Estudios realizados en Chile, estiman que el impacto sobre la salud de la exposición al aire contaminado, representa un riesgo grave para la salud, ya que la población más expuesta son los niños, adultos mayores y mujeres gestantes. Los otros dos factores prevenibles para presentar una morbilidad alta es la malnutrición y la deficiencia de agua segura y saneamiento.⁴⁸

CAPITULO V

CONCLUSIONES

5.1 CONCLUSIONES

- El material particulado en fracción respirable sobrepasa el límite máximo permisible (150 ug/m^3) y por lo tanto genera una contaminación ambiental.
- Los valores mínimo $2941,48 \text{ ug/m}^3$ y máximo 11940 ug/m^3 , superan en aproximadamente 20 veces y 80 veces respectivamente.
- Se encontró sílice como contaminante medio ambiental como parte del cemento.

5.2 RECOMENDACIONES

- Gestionar ante el Ministerio de Salud un plan para disminuir las cantidades de PM 10 (partículas con un diámetro aerodinámico inferior a 10 micras), como por ejemplo al realizar las mezclas con Equipos de protección personal se deberían implementar áreas enmalladas para así disminuir la posibilidad de contaminación ambiental.
- Sugerimos seguir monitoreando en forma constante, y asimismo ampliar el número de equipos de monitoreo para poder elaborar un registro de eventos de las concentraciones de PM 10 (partículas con un diámetro aerodinámico inferior a 10 micras).
- Realizar estudios con PM 2,5 ya que este tipo de partículas es peligrosa para el ser humano porque puede llegar hasta los alveolos y causar en un futuro neumoconiosis.
- Se debería realizar una campaña de concientización cerca a los lugares de construcción para poder dar una idea de las sustancias que son dañinas tanto para los trabajadores como para los residentes de estas zonas.
- Se debería coordinar con el Ministerio de Medio ambiente para que un representante pueda participar en el informe técnico de las licencias de edificaciones

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. métodos de toma de muestras y análisis: determinación de materia particulada (fracciones inhalable, torácica y respirable) en aire – método gravimétrico. 2014. España.
2. Instituto Nacional de Estadísticas e Informática, “Informe Técnico de Estadísticas Ambientales”, marzo 2015, Lima – Perú.
3. Alvarado, G. 2010. Estudio integrado de factores que influyen sobre la contaminación atmosférica por material particulado respirable de Pudahuel.
4. Herrera, S. 2011. Distribución espacial vertical de las partículas en suspensión PM10 del medio atmosférico urbano en segunda Jerusalén – Rioja - San Martín – Perú
5. Salinas, P. 2012. Contaminación atmosférica por material particulado y consultas de urgencias por morbilidad respiratoria en menores de 5 años en la ciudad de Valdivia
6. Arroyave, A. “enfermedades profesionales en obreros del sector de la construcción por exposición a agentes químicos” Valencia, junio 2010, 03/02/2016].disponible en:
<https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/14060/Tesina%20Adriana%20Arroyave.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
7. Arciniégas, C. Diagnóstico y control de material articulado: Partículas suspendidas totales y fracción respirable PM10, Colombia, 2011.
8. Echeverri, C; Maya, G. Relación entre las partículas finas PM 2.5 y respirables PM 10 en la ciudad de Medellín, España, 2008.

9. Tabasco, H Pérez–Vidal, MA Lunagómez–Rocha, LI Acosta–Pérez
Análisis de partículas suspendidas totales PST y partículas fracción respirable PM10, en Cunduacán, México, 2008.
10. Senamhi, Boletín Vigilancia de la Calidad del Aire en la Zona Metropolitana de Lima y Callao, Boletín Mensual N°06, junio 2015, Perú.
11. Instituto Nacional de Salud, Plan Nacional Para La Erradicación De La Silicosis en el Perú al 2030, Julio de 2011, Perú.
12. Carlin, César E. Características de la Silicosis en las minas del Perú: Estudio epidemiológico preliminar. Rev. Perú. med. exp. Salud Pública, dic. 1957, vol.11, no.1-2, p.1-27. ISSN 1726-4634.
13. Instituto Vasco de Seguridad y Salud Laborales. Protocolo de vigilancia de la salud específica: silicosis y otras neumoconiosis. 2013. España.
14. Instituto nacional de silicosis. Laboratorios de ensayos fisicoquímicos. Guía Técnica: Métodos de determinación de Fracción Respirable y Sílice Cristalina Respirable. Enero del 2013. España.
15. Ministerio del medio ambiente. Organismos de Evaluación y Fiscalización Ambiental, Base Legal. Lima;2014 [fecha de acceso 03 de febrero del 2016] Disponible en: https://www.oefa.gob.pe/?wpfb_dl=5930
16. Métodos de determinación de fracción respirable y sílice respirable. 2013. [fecha de acceso 2 de mayo del 2015].URL disponible en: <http://www.ins.es/documents/10307/10498/Guia+Tecnica+Analisis+SCR.pdf>
17. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. Métodos de toma de muestras y análisis: determinación de materia particulada (fracciones inhalable, torácica y respirable) en aire – método gravimétrico. 2014. España.

18. Silva, J. Cotrina, Z; Montoya, C. Análisis de la relación entre el comportamiento estacional de los contaminantes sólidos sedimentables con las condiciones meteorológicas predominantes en la zona metropolitana de Lima-Callao. 2004. Perú.
19. Ringen, K; Jane L. Seegal y James L. Weeks “riesgos de salud y seguridad en el sector de la construcción” cap. 93 del libro: enciclopedia de salud y seguridad en el trabajo, [consultado: 03/02/2016]. Disponible en:
<http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/TextosOnline/EnciclopediaOIT/tomo3/93.pdf>
20. Ministerio de Salud “manual de salud ocupacional” Dirección General de Salud Ambiental, 2005 [fecha de acceso 03 de febrero 2016]
Disponible en:
http://www.digesa.minsa.gob.pe/publicaciones/descargas/manual_deso.PDF.
21. Ops, hep. plan regional sobre calidad del aire y salud para el período 2000-2010 (versión preliminar). Washington DC: OPS; 1999.
22. Ministerio del medio ambiente. Estándares de calidad ambiental. Perú; 2016 [fecha de acceso 01 de febrero del 2016] disponible:
<http://www.minam.gob.pe/calidadambiental/zonas-de-atencion-prioritaria/>
23. Red de vigilancia de la calidad del aire de los valles de Aburra y San Nicolás. Medellín, febrero 1996.
24. Sandoval, M. Propiedades físicas del aire, pag. 260
Disponible:<http://es.scribd.com/doc/31519295/aire-propiedades#scribd>

25. Protocolo para la Toma de Muestra de Sílice Libre en su Fracción Respirable y de Polvo No Clasificado Total y Fracción Respirable. 2010. [fecha de acceso 2 de mayo del 2015]. URL disponible en: http://www.ispch.cl/salud_ocup/hig_seg/riesgos/doc/Protocolo_Toma_Muestra_Polvo.pdf
26. Organización panamericana de la salud, 1997. clasificación estadística internacional de enfermedades y problemas relacionados con la salud, décima revisión (cie-10). vol 1.
27. Gil ibarguchi, José Ignacio estudio de los niveles de pm10 y pm2.5 en un área urbana con influencia industrial siderometalúrgica (beasain, guipúzcoa)
28. Ambiente en acción, La fiscalización ambiental en el Perú (2011-2015), Hecho el Depósito Legal en la Biblioteca Nacional del Perú. Ministerio del Ambiente y Oficina de Comunicaciones.
29. Oyarzun, Manuel. factores ambientales relacionados con la gravedad del asma, 2004. Santiago de Chile.
30. Oyarzun g. Manuel. revista chilena de enfermedades respiratorias, 2004. Chile.
31. Renee M. Condori Apaza, José Flores Oha, Lenin Orihuela Ordoñez Contaminación Del Aire Material Particulado PM 10 Y PM 2.5. En el distrito de Torata, Moquegua –Perú. 2013.
32. Nelson f. Albiano toxicología laboral, criterios para el monitoreo de salud de los trabajadores expuestos a sustancias químicas peligrosas, Buenos Aires, Argentina

33. Romaní, M. situación crítica salud humana y medio ambiente. ediciones, Barcelona, 1995
34. Gunnar n, metales: propiedades químicas y toxicas, enciclopedia de salud y seguridad en el trabajo, Madrid España 2007
35. Protocolo de Funcionamiento High Volumen- PM10. universidad de la Salle. Laboratorio de Facultad de Ingeniería Ambiental y Sanitaria.
36. Romero, M; et al. 2004. contaminación atmosférica, asma bronquial e infecciones respiratorias agudas en menores de edad, de la habana.
37. Organización mundial de la salud, información básica sobre la contaminación atmosférica urbana, OMS.
38. Cemento y sus aplicaciones. Cementos Pacasmayo [en línea]. 2009. [Fecha de acceso 4 de mayo del 2015]. URL disponible en: http://www.dino.com.pe/download/?file=100611_Cemento_y_sus_aplicaciones.pdf
39. Lee, J. & Weber, D. (1982). Effects of Sulfuric Acid Rain on Major Cation and Sulfate Concentrations of Water Percolating Through Two Model Hardwood Forests Journal of Environmental Quality Vol 11, No 1, p 57-64, January-March, 1982. 5 Fi, 2 Tab, 40 Ref.
40. Sánchez C, Ordoñez C, Gavidia M, Silva J, Angulo J, Blas D, Chávez J, Aliaga R Zevallos, A.; Canales J, Aguirre A. Evaluación de la calidad del aire en Lima Metropolitana Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú-SENAMHI 2011.Lima;2013 [Citado 2016 febrero 02] Disponible:http://www.senamhi.gob.pe/usr/dgia/pdf_dgia_eval2011.pdf
41. Herrera, S. 2011. Distribución espacial vertical de las partículas en suspensión PM10 del medio atmosférico urbano en segunda Jerusalén – Rioja - San Martín – Perú.

42. Organización mundial de la salud OMS. 1992, evaluación de la exposición profesional a partículas atmosféricas. publicación offset no. 80. 2004. guías para la calidad de aire. lima, Perú.
43. Instituto nacional de silicosis. Método de determinación gravimétrica de a fracción respirable en are. Revisión 11 IT02. España.
44. Ministerio de ambiente, vivienda y desarrollo territorial, 2007. protocolo nacional para el desarrollo de inventarios de emisiones.
45. Pértigas. 2002, determinación del tamaño muestral para calcular la significación del coeficiente de correlación lineal. unidad de epidemiología clínica y bioestadística. complejo hospitalario juan canalejo.
46. Instituto nacional de seguridad e higiene en el trabajo. métodos de toma de muestras y análisis: determinación de materia particulada (fracciones inhalable, torácica y respirable) en aire – método gravimétrico. 2014. España.
47. Mccullagh y nelder, 1983. análisis de duración mediante un modelo lineal generalizado semiparamétrico revista qüestiió vol.25, p. 337-363, (2001).
48. Ministerio de salud dirección general de salud ambiental dirección de salud ocupacional plan nacional para la erradicación de la silicosis en el Perú al 2030, año – 2011.

ANEXOS

ANEXO 1. Estándares de calidad ambiental - ministerio del ambiente – PERU.

Estándares de Calidad Ambiental				
CONTAMINANTE	PERIODO	FORMA DEL ESTÁNDAR		MÉTODO DE ANÁLISIS
		VALOR (*)	FORMATO	
Dióxido de Azufre (SO ₂)	24 horas	80 ¹	Media aritmética NE más de 3 veces / año	Fluorescencia UV (método automático)
	24 horas	20 ²		Fluorescencia UV (método automático)
Material Particulado con diámetro menor a 10 micras (PM ₁₀)	Anual	50	Media aritmética anual	Separación inercial/filtración (Gravimetría)
	24 horas	150	NE más de 3 veces / año	Separación inercial/filtración (Gravimetría)
Material Particulado con diámetro menor a 2.5 micras (PM _{2.5})	24 horas	25	Media aritmética	Separación inercial/filtración (Gravimetría)
Monóxido de Carbono (CO)	8 horas	10 000	Promedio Móvil	Infrarrojo no dispersivo (NDIR) (Método Automático)
	1 hora	30 000	NE más de 1 veces / año	
Dióxido de Nitrógeno (NO ₂)	Anual	100	Promedio aritmético anual	Quimiluminiscencia (Método Automático)
	1 hora	200	NE más de 24 veces / año	
Ozono (O ₃)	8 horas	120	NE más de 24 veces / año	Fotometría UV (Método Automático)
Plomo (Pb)	Anual	0.5	Promedio aritmético de los valores mensuales	Método para PM10 (Espectrofotometría de Absorción Atómica)
	Mensual	1.5	NE más de 4 veces / año	
Hidrógeno Sulfurado (H ₂ S)	24 horas	150	Media aritmética	Fluorescencia UV (método automático)
Hidrocarburos Totales (HT) expresado como Hexano	24 horas	100 (**)	Media aritmética	Ionización de llama de Hidrógeno
Benceno	Anual	2	Media aritmética	Cromatografía de Gases

* En microgramos / metro cúbico

** En miligramos / metro cúbico

1/Valor 80: Vigente para cuencas atmosféricas según R.M. N°205-2013-MINAM.

2/Valor 20: Vigente para el resto del país.

NE : No exceder

ANEXO 2. Ubicación de la red de estaciones de monitoreo de la calidad del aire en lima metropolitana



Zona	Ubicación
Lima Sur	Lima Sur 1: San Borja
	Lima Sur 2: Villa María del Triunfo
Lima Centro	Lima Centro: Campo de Marte (Jesús María)
Lima Este	Lima Este 1: Ate
	Lima Este 2: Santa Anita
	Lima Este 3: Huachipa
	Lima Este 4: Universidad Cesar Vallejo (San Juan de Lurigancho)
Lima Norte	Lima Norte 1: San Martín de Porres
	Lima Norte 2: Carabayllo
	Lima Norte 3: Puente Piedra

ANEXO 3. Valor promedio del material particulado PM 10 por estaciones de medición.

LIMA METROPOLITANA: VALOR PROMEDIO DE MATERIAL PARTICULADO PM₁₀ POR ESTACIONES DE MEDICIÓN, 2014-2015

Año/Mes	(ug/m ³)									
	Ate	San Borja	Jesús María (Campo de Marte)	Santa Anita	Villa María del Triunfo	Huachipa a/	San Juan de Lurigancho a/	San Martín de Porres a/	Carabayllo a/	Puente Piedra a/
2014										
Enero	108,9	45,6	30,9	...	112,1	...	...	...	...	...
Febrero	130,7	46,0	45,1	79,3	165,6	...	...	...	...	...
Marzo	133,5	52,8	47,5	66,9	139,5	...	...	...	...	...
Abril	143,4	41,8	51,7	72,7	105,5	...	...	...	...	...
Mayo	90,3	34,6	40,3	55,8	57,4	113,6	101,9	72,5	104,9	147,0
Junio	92,7	43,7	57,4	...	...	...	...	...	...	...
Julio	106,0	69,3	51,1	79,4	55,3	89,5	85,4	...	54,5	86,4
Agosto	119,9	58,8	44,8	87,4	59,4	106,8	99,9	47,5	61,7	104,5
Setiembre	107,4	58,2	48,8	...	...	95,1	89,4	49,7	69,1	...
Octubre	107,8	56,0	39,9	...	...	114,6	89,3	48,6	95,4	116,7
Noviembre	98,5	...	40,1	...	...	117,0	78,0	48,1	84,8	108,3
Diciembre	109,3	...	38,3	69,1	130,5	99,0	77,2	...	86,3	123,5
2015										
Enero	111,0	...	35,1	70,0	108,6	92,5	67,2	38,2	73,4	120,1
Febrero	124,2	...	41,6	81,9	126,6	102,4	92,2	46,7	86,0	137,8
Marzo	78,5	...	52,4	109,8	240,3	131,5	122,6	64,9	99,6	158,5
Variación porcentual										
Respecto al mes anterior	-36,8	...	26,0	34,1	89,8	28,4	33,0	39,0	15,8	15,0
Respecto a similar mes del año anterior	-41,2	...	10,3	64,1	72,3	...	...	...	...	...

ECA Nacional: 150 ug/m³.

ECA - OMS: 50 ug/m³.

ug/m³: Microgramo por metro cúbico.

a/ Estaciones de monitoreo que iniciaron actividades operativas a partir de mayo 2014.

Fuente: Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI) - Dirección General de Investigación y Asuntos Ambientales.

ANEXO 4. Lugares de toma de muestras

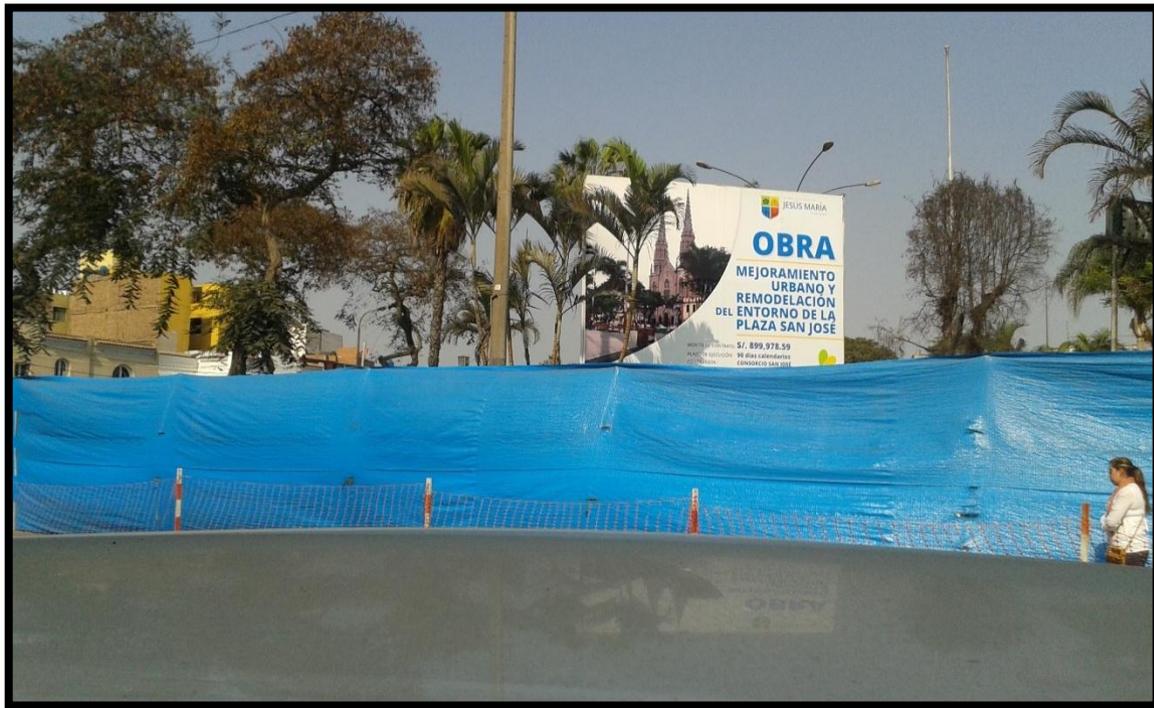


Gráfico N° 1. Obra de construcción municipal, ubicada en plaza San José.



Gráfico N° 2. Obra de construcción particular, ubicada en Av. de la Peruanidad (Campo de Marte)

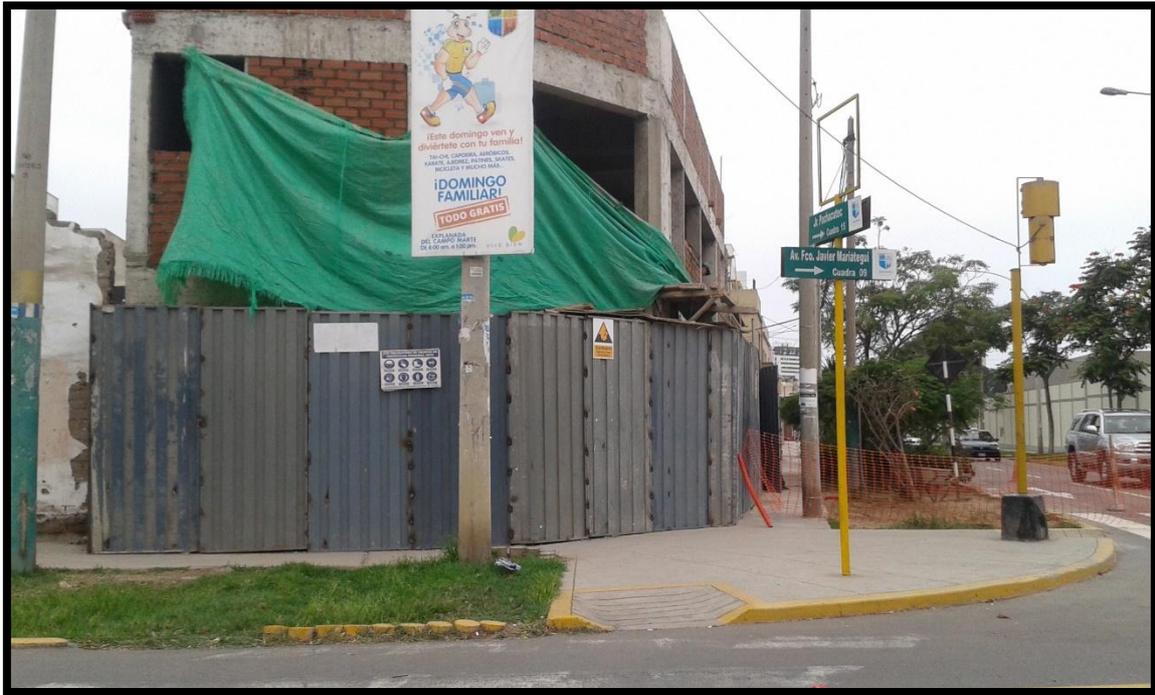


Gráfico Nº 3. Obra de construcción particular, ubicada en Av. Mariátegui y Pachacutec



Gráfico Nº 4. Obra de construcción particular, ubicada en Av. Mello Franco Cdra. 05

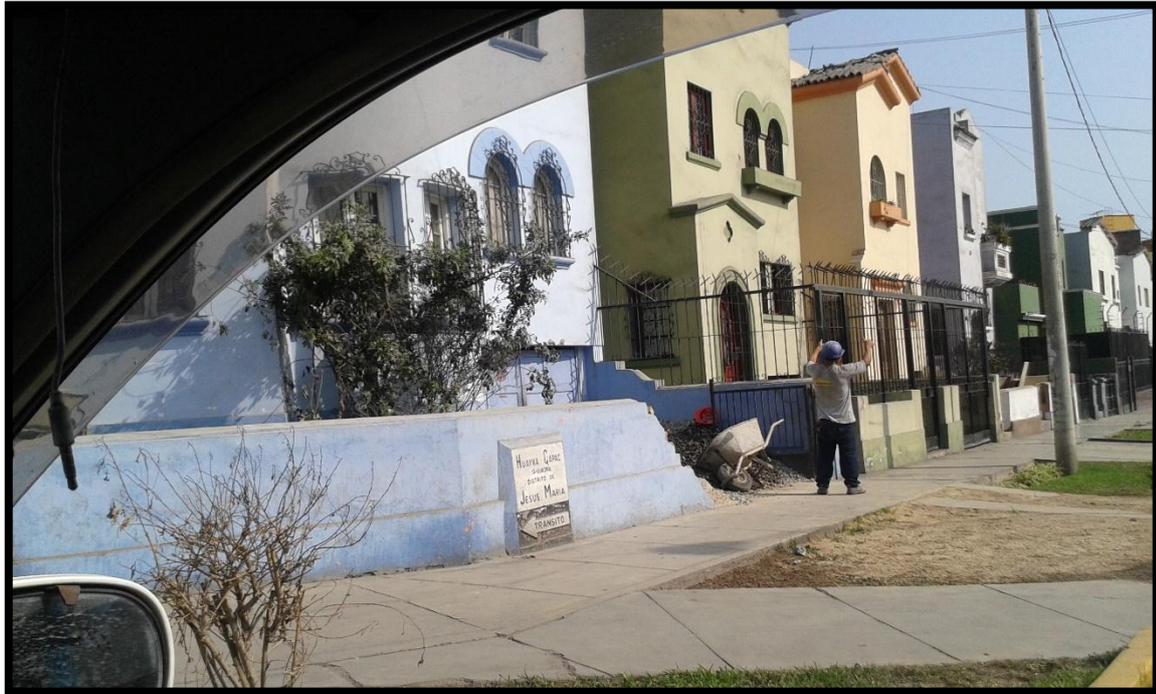


Gráfico N° 5. Obra de construcción particular, ubicada en Av. Huayna Capac.



Gráfico N° 6. Obra de construcción particular, ubicada en Av. San Felipe Cdra



Gráfico Nº 7. Obra de construcción particular, ubicada en Av. Huiracocha Cdra 01.



Gráfico Nº 8. Obra de construcción particular, ubicada en Av. Huiracocha Cdra 01

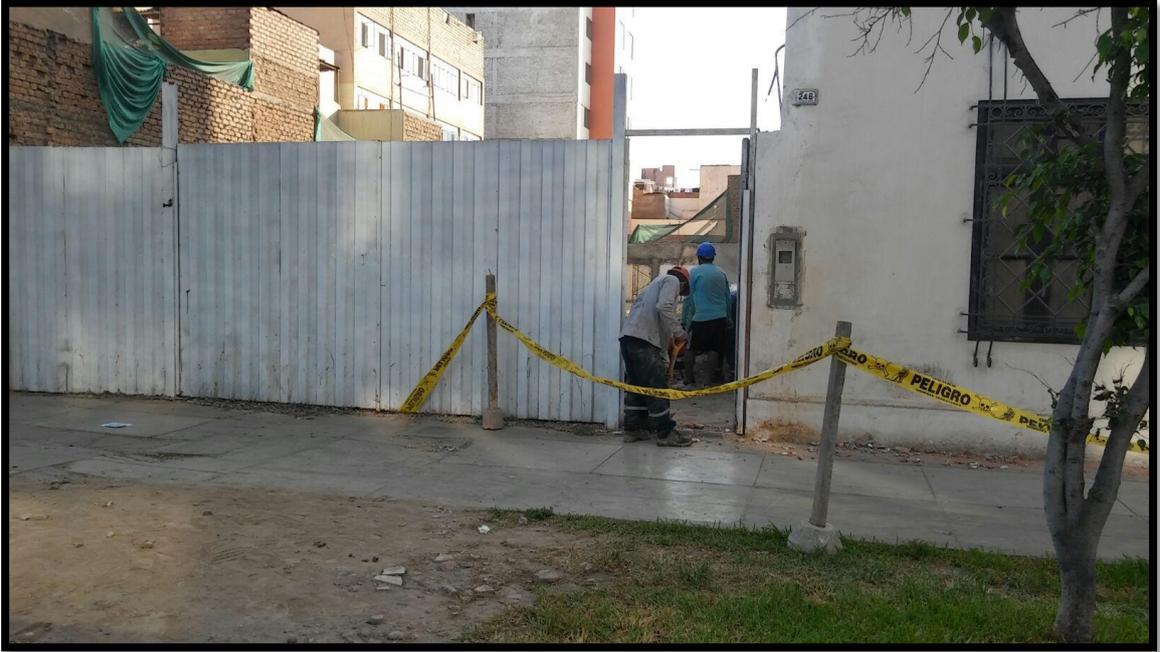


Gráfico Nº 9. Obra de construcción particular, ubicada en Av. Mello Franco
Cdra. 02



Gráfico Nº 10. Obra de construcción particular, ubicada en Av. Estados Unidos
y Av. San Felipe.



Gráfico N° 11. Obra de construcción particular, ubicada en la av. San Felipe cdra. 08

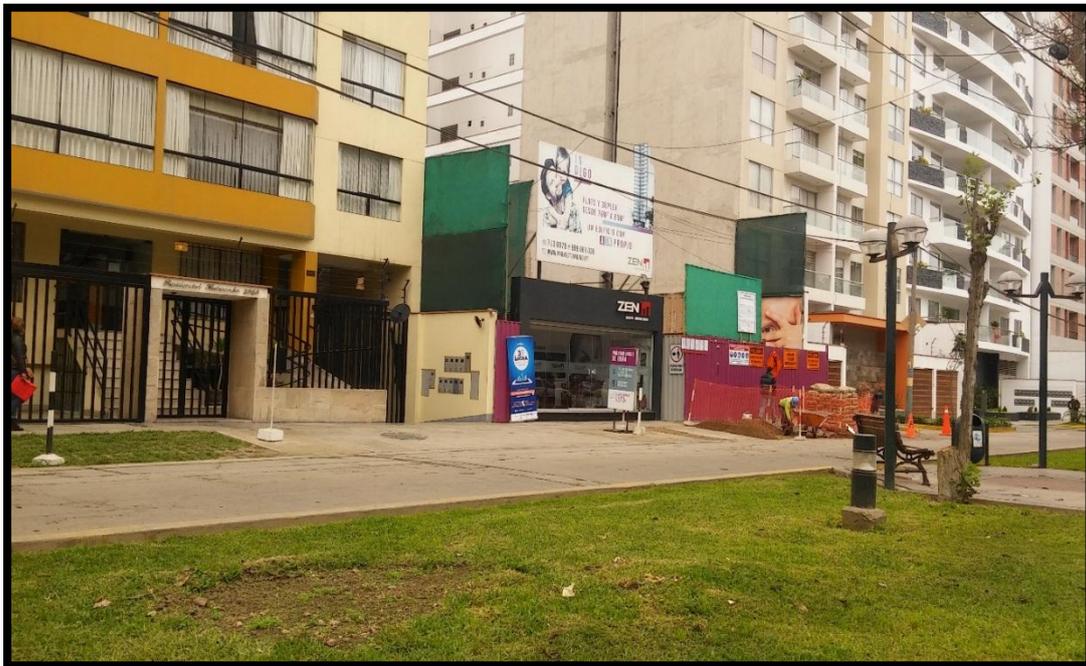


Gráfico N° 12. Obra de construcción particular, ubicada en ubicada en Olavegoya Cdra 08



Gráfico Nº 13. Obra de construcción particular, ubicada en Av. Gral Garzón
cdra 14



Gráfico Nº 14. Obra de construcción particular, ubicada en Av. San Felipe Cdra

09



Gráfico Nº 15. Obra de construcción particular, ubicada Cayetano Heredia Cdra. 01.



Gráfico Nº 16. Obra de construcción particular, ubicada en Av. Talara cdra. 01



Gráfico N° 17. Obra de construcción particular, ubicada en av. Fco. Javier Mariategui cdra. 12

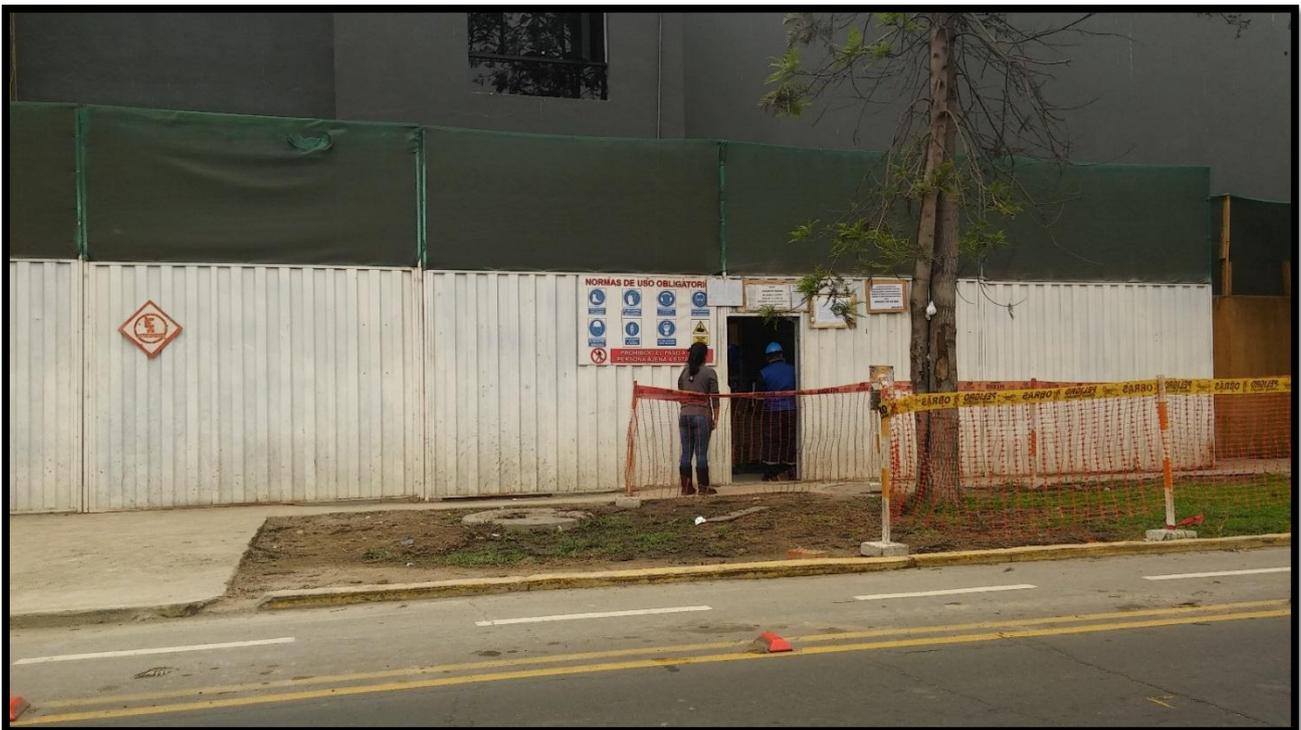


Gráfico N° 18. Obra de construcción particular, ubicada en Fco. Javier Mariátegui cdra. 11



Gráfico Nº 19. Obra de construcción particular, ubicada en Mello Franco Cdra3



Gráfico Nº 20. Obra de construcción particular, ubicada en Jr. Caracas cdra 02



Gráfico N° 21. Obra de construcción particular, ubicada en Jr. Hemilio Valdizan



Gráfico N° 22. Obra de construcción particular, ubicada en Jr. Estados Unidos
cdra. 03



Gráfico Nº 23. Toma de muestra-analista 1



Gráfico Nº 24. Toma de muestra-analista 2.

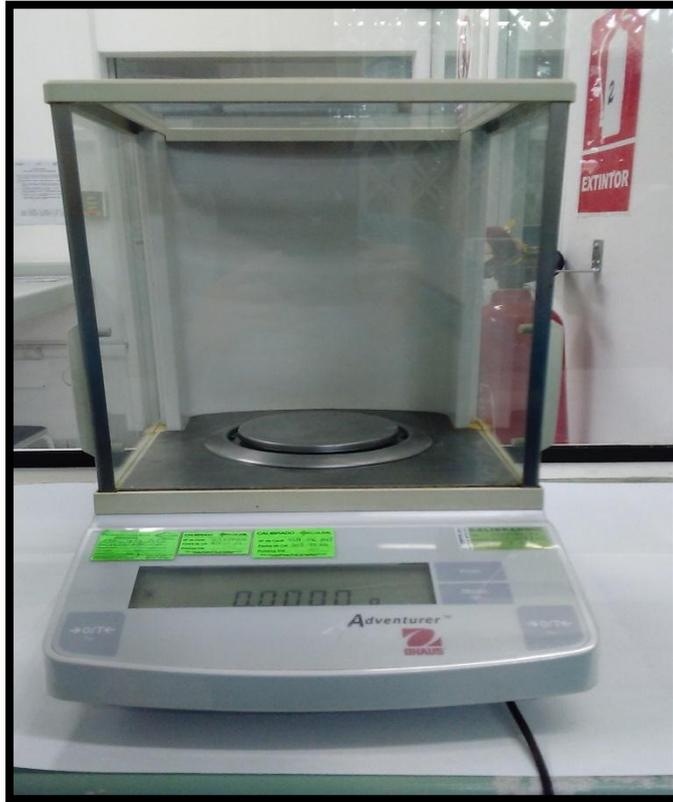


Gráfico N° 25. Calibración de la balanza analítica.

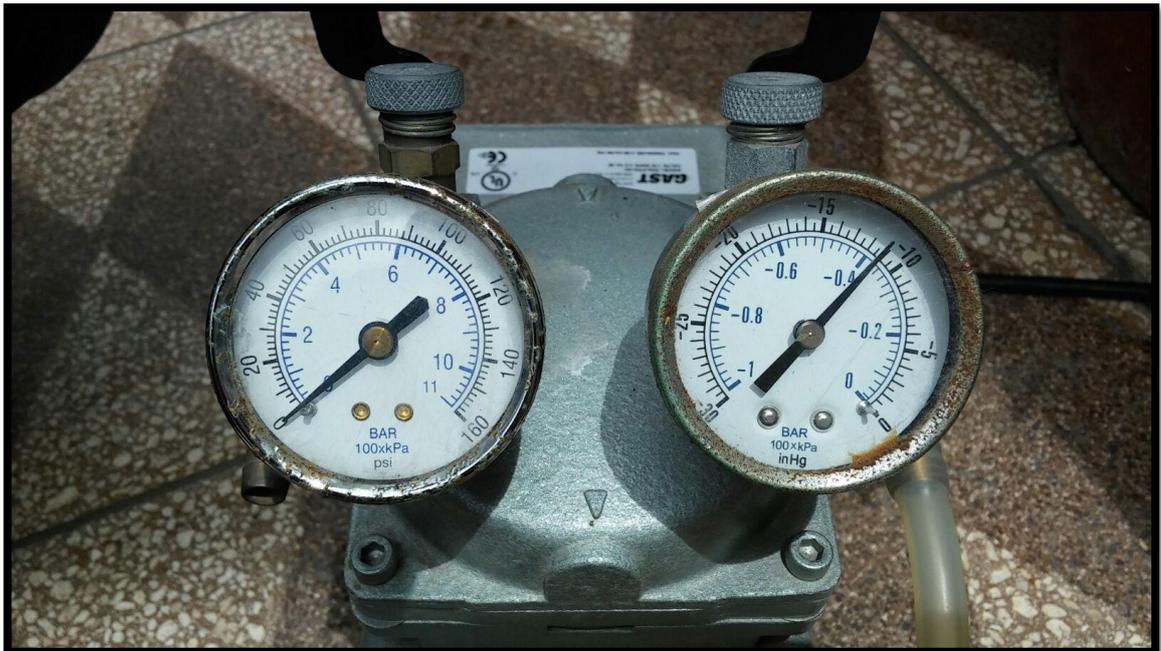


Gráfico N° 26. Observación de la presión en el equipo.



Gráfico N° 27. Vestimenta adecuada para el análisis de las muestras



Gráfico N° 28. Protección del analista para realizar el análisis de muestras



Gráfico N° 29. Codificación y conteo de muestras a analizar.



Gráfico N° 30. Pesaje de las muestras.

ANEXO 5: Resultados en porcentaje individual de cada muestra

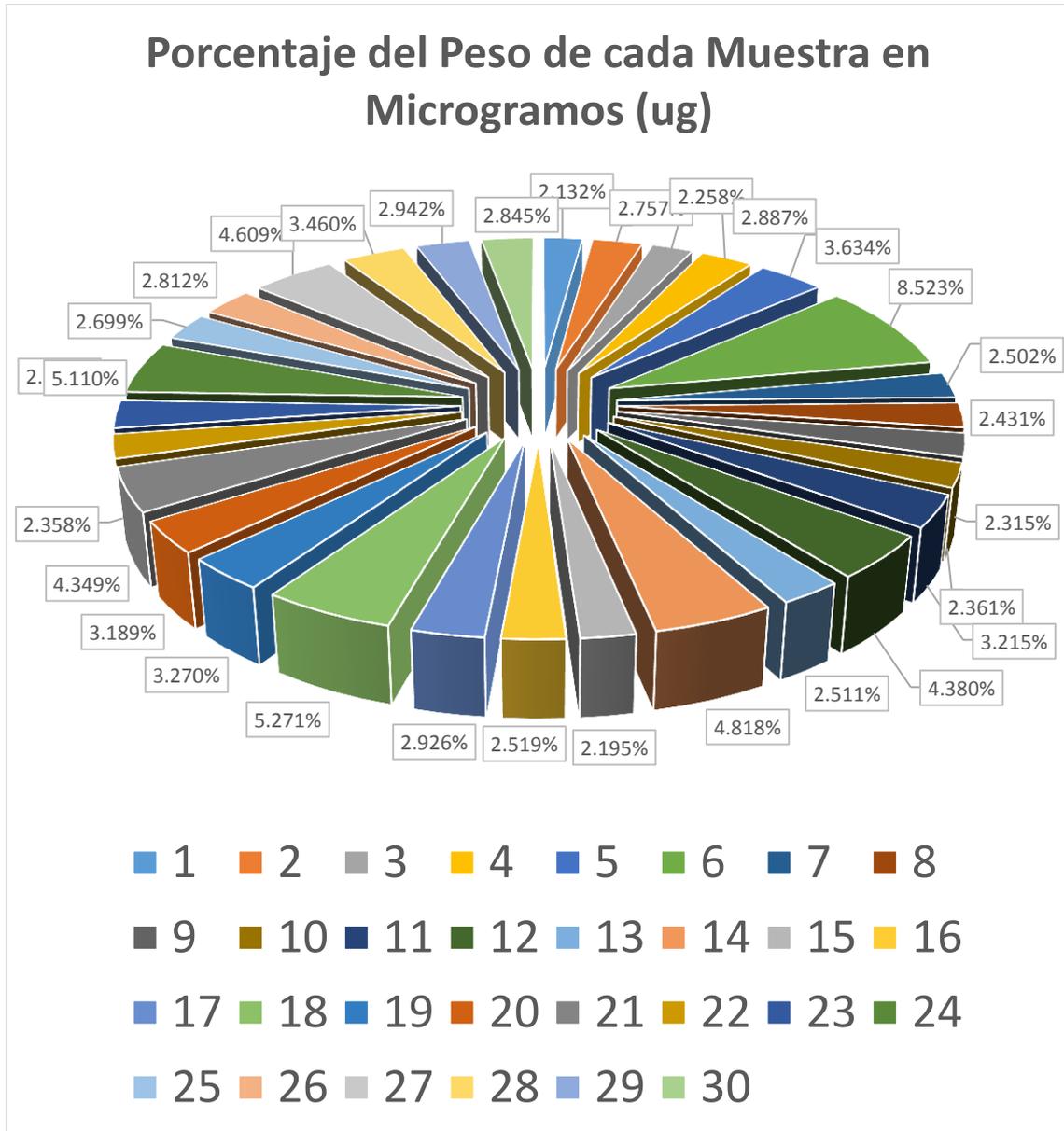


Gráfico Nº 31. Porcentaje individual de cada una de las muestras en ug.

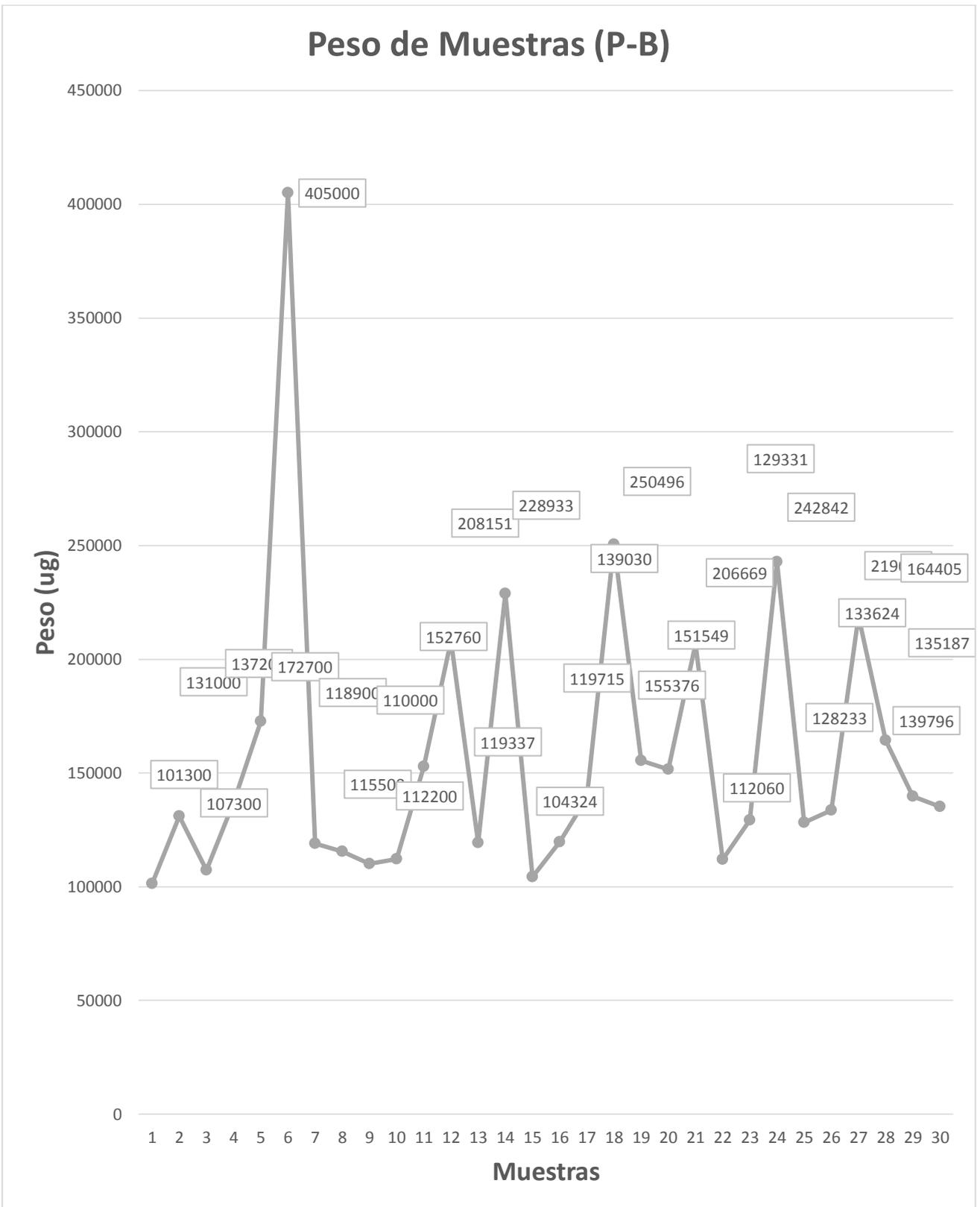


Gráfico N° 32. Representación del peso en microgramos (ug) de cada muestra.

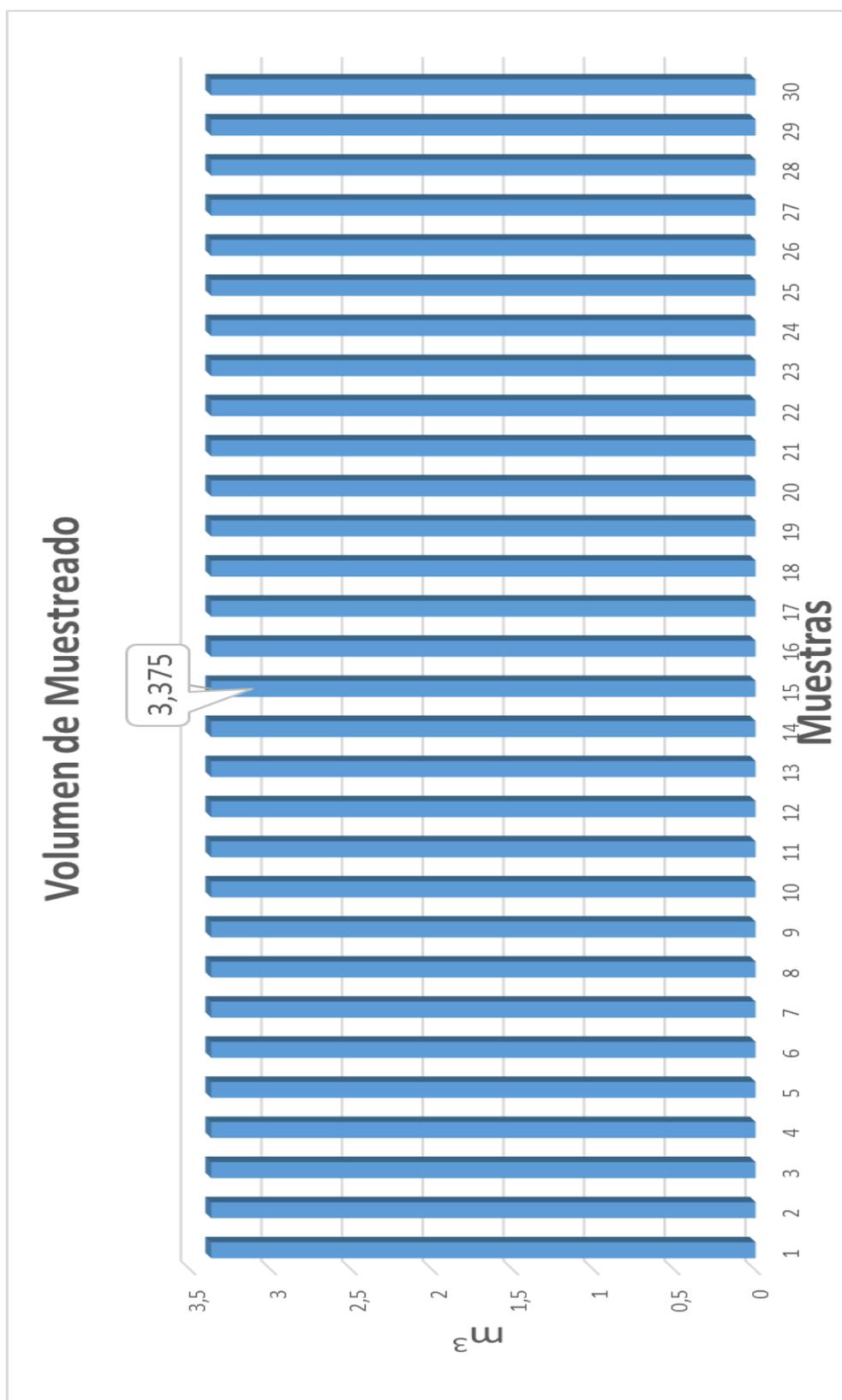


Gráfico Nº 33. Representación del volumen muestreado en metros cúbicos (m³) de cada muestra

Concentracion en ug/m3 de Particulado Por Cada Muestra

ECA maximo: 150ug/m3

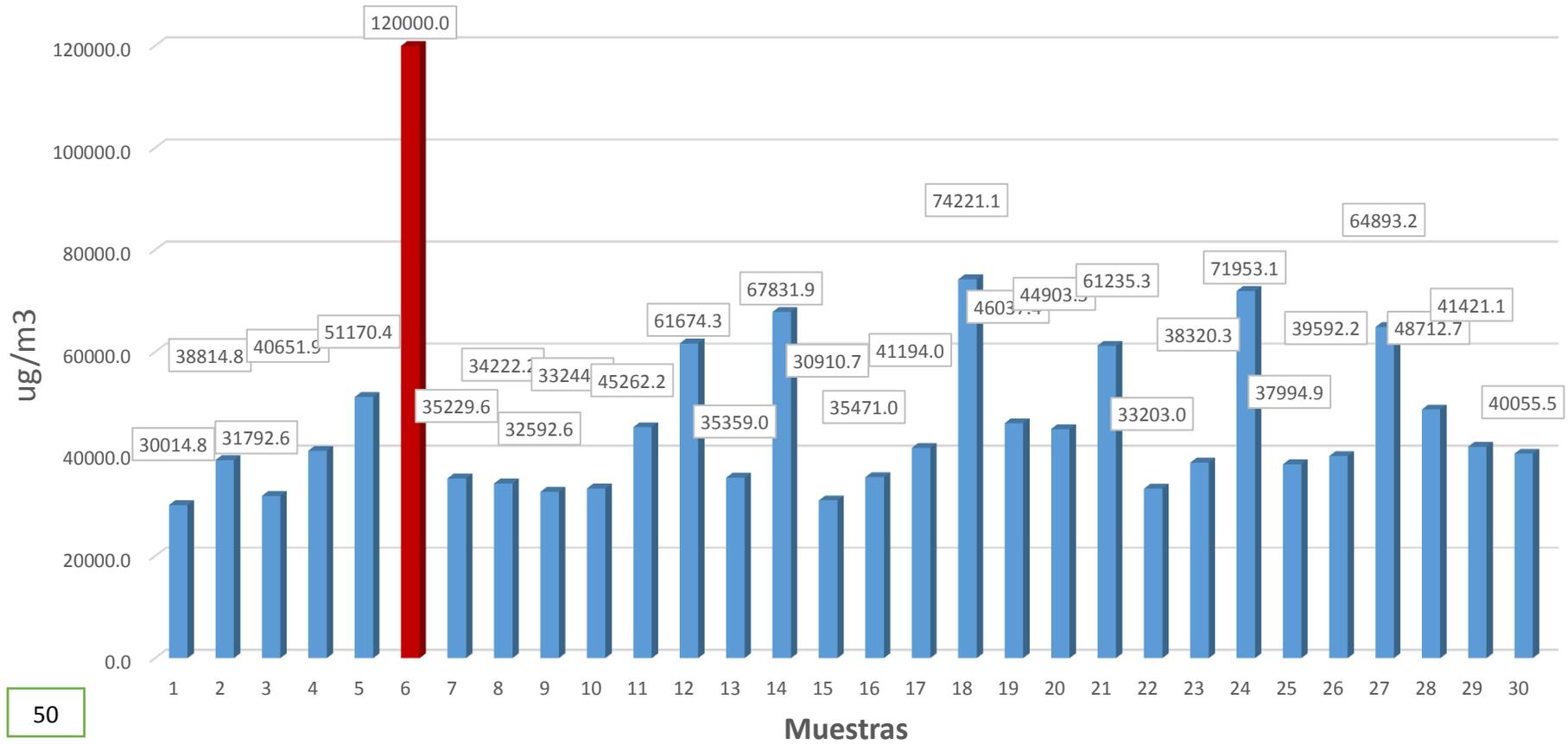


Gráfico Nº 34. Confrontación entre la concentración en ug/m3 de particulado en muestra.

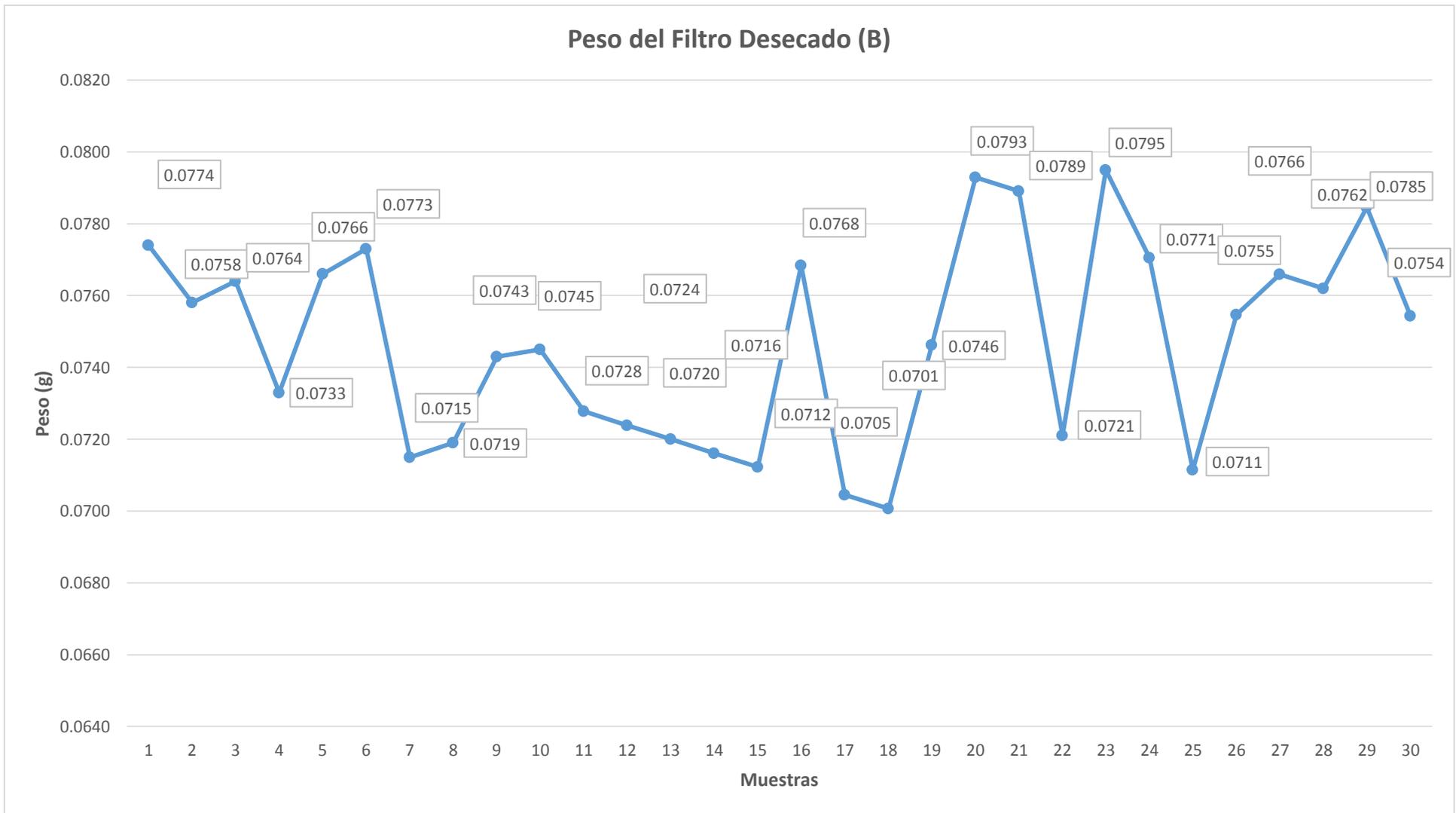


Gráfico Nº 35. Representación del peso en gramos de los filtros desecados

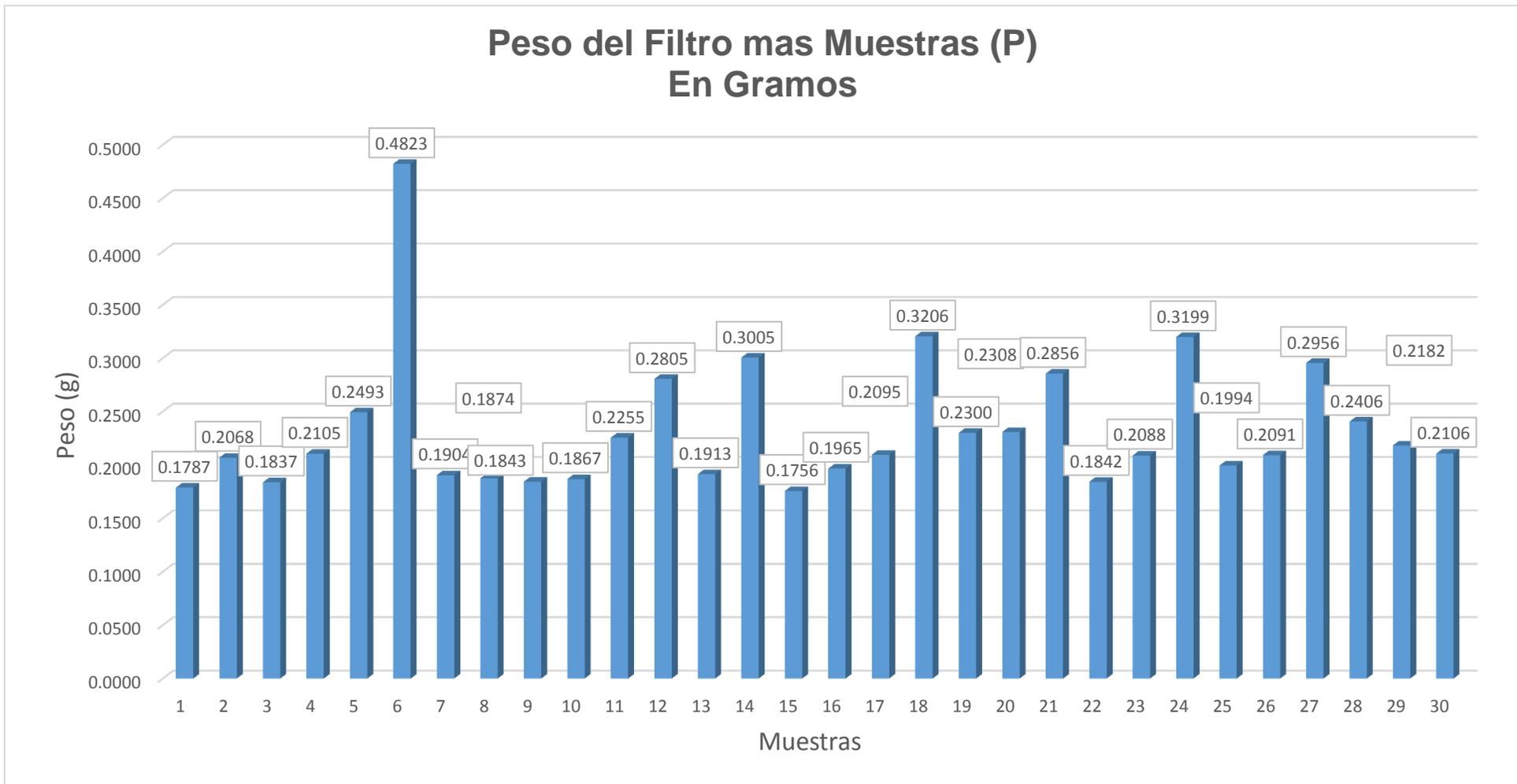


Gráfico N° 36. Representación del peso filtros más muestra en Gramos.

Peso del Filtro mas Muestra (P) En Microgramos

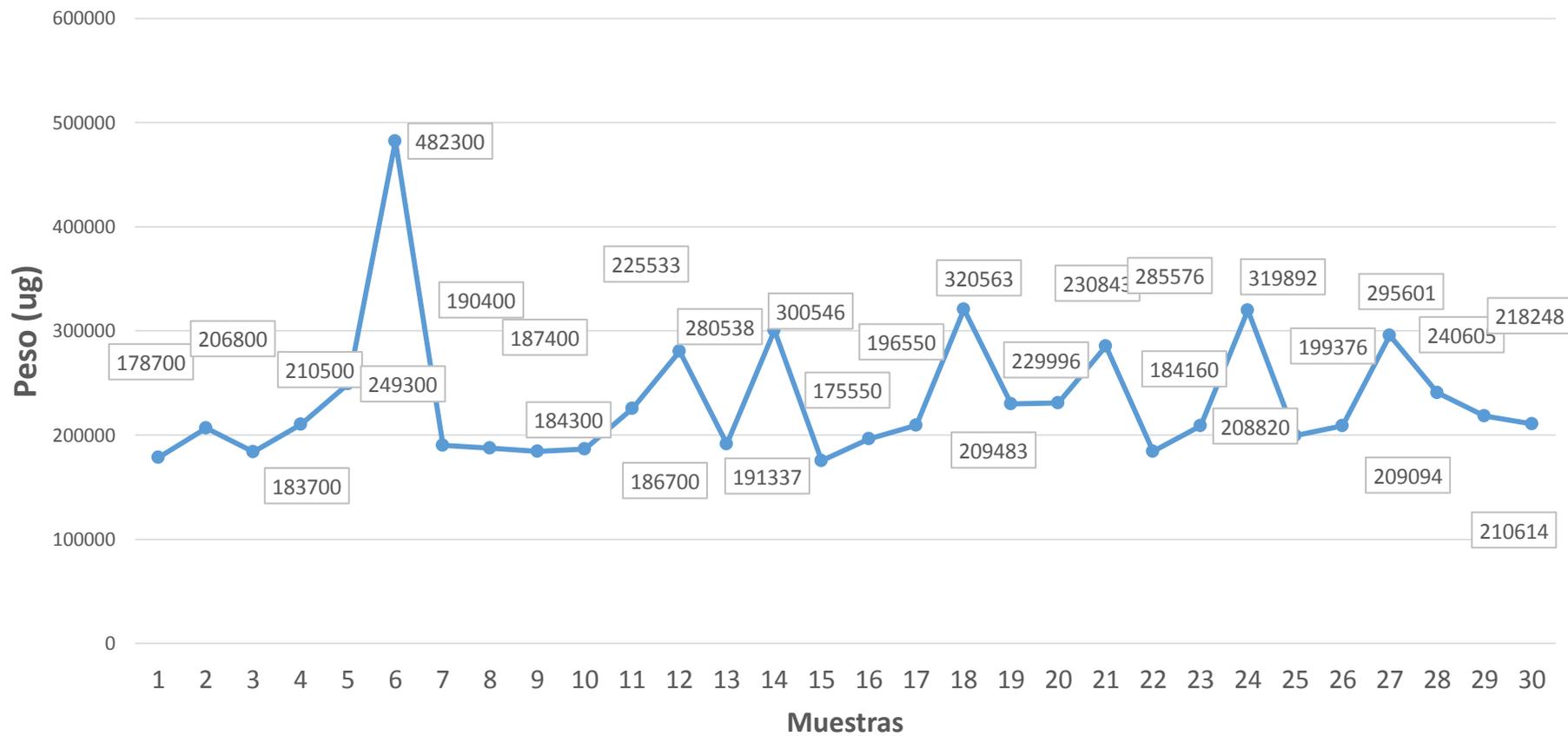


Gráfico Nº 37. Representación del peso del filtro más muestra en microgramos.

Datos de toma de muestra

N°	W del cartucho Ambiental	W del Cartucho Ambiental Vacío	w de filtro húmedo	W del cartucho Ambiental Desecado	W del Cartucho Ambiental Vacío Desecado	W del Filtro Desecado (B)	W del Cartucho Ambiental con Muestra	w del fitro mas muestra (P)	Peso de muestra (P-B)
1	16,9982	16,9114	0,0868	16,7621	16,6847	0,0774	16,8634	0,1787	0,1013
2	16,9894	16,9040	0,0854	16,8912	16,8154	0,0758	17,0222	0,2068	0,1310
3	17,0099	16,9250	0,0849	16,9099	16,8335	0,0764	17,0172	0,1837	0,1073
4	17,0481	16,9613	0,0868	16,9245	16,8512	0,0733	17,0617	0,2105	0,1372
5	16,9944	16,9090	0,0854	16,8867	16,8101	0,0766	17,0594	0,2493	0,1727
6	16,8777	16,7931	0,0846	16,7458	16,6685	0,0773	17,1508	0,4823	0,4050
7	16,9514	16,8657	0,0857	16,8469	16,7754	0,0715	16,9658	0,1904	0,1189
8	17,0234	16,9386	0,0848	16,9034	16,8315	0,0719	17,0189	0,1874	0,1155
9	17,0199	16,9345	0,0854	16,8945	16,8202	0,0743	17,0045	0,1843	0,1100
10	17,0179	16,9329	0,0850	16,8936	16,8191	0,0745	17,0058	0,1867	0,1122
11	16,9947	16,9100	0,0848	16,8925	16,8198	0,0728	17,0453	0,2255	0,1528
12	16,9951	16,9104	0,0847	16,9474	16,8750	0,0724	17,1555	0,2805	0,2082
13	16,8954	16,8108	0,0845	16,9022	16,8302	0,0720	17,0216	0,1913	0,1193

14	16,9957	16,1513	0,8444	16,9471	16,8755	0,0716
15	17,7960	16,9117	0,8843	16,9119	16,8407	0,0712
16	17,8863	16,9922	0,8942	16,8968	16,8200	0,0768
17	17,9966	17,1126	0,8840	16,9216	16,8512	0,0705
18	17,9969	17,1130	0,8839	16,7965	16,7264	0,0701
19	17,4472	16,6135	0,8338	16,8513	16,7767	0,0746
20	17,0976	16,9339	0,1637	16,9362	16,8569	0,0793
21	16,9979	16,1843	0,8135	16,8410	16,7621	0,0789
22	17,9982	17,1648	0,8334	16,9459	16,8738	0,0721
23	16,9849	16,0852	0,8997	16,7608	16,6813	0,0795
24	16,9880	16,1257	0,8624	16,6556	16,5786	0,0771
25	17,5691	16,9361	0,6330	16,9605	16,8893	0,0711
26	17,3994	16,9165	0,4829	16,8853	16,8098	0,0755
27	17,7997	16,9770	0,8228	16,8802	16,8036	0,0766
28	17,1301	16,2674	0,8626	16,9950	16,9188	0,0762
29	17,0604	16,2178	0,8425	16,8799	16,8014	0,0785
30	17,0007	16,1483	0,8524	16,8947	16,8193	0,0754

17,1760	0,3005	0,2289
17,0163	0,1756	0,1043
17,0165	0,1965	0,1197
17,0607	0,2095	0,1390
17,0470	0,3206	0,2505
17,0067	0,2300	0,1554
17,0877	0,2308	0,1515
17,0477	0,2856	0,2067
17,0580	0,1842	0,1121
16,8901	0,2088	0,1293
16,8984	0,3199	0,2428
17,0887	0,1994	0,1282
17,0189	0,2091	0,1336
17,0992	0,2956	0,2190
17,1594	0,2406	0,1644
17,0197	0,2182	0,1398
17,0299	0,2106	0,1352

FORMULA PARA LA DETERMINACION GRAVIMETRICA DE LA FRACCION RESPIRABLE EN AIRE:

$$C = \frac{P - B}{V}$$

Leyenda:

C= Concentración final de la muestra

P= Peso del filtro más muestra

B= Peso del filtro desecado

V= Volumen muestreado

TABLA DE RESULTADOS

Gramos (g)						Microgramos (ug)					
Nº	W del Filtro Desechado (B)	w del fitro mas muestra (P)	Peso de muestra (P-B)	volumen muestreado (m3)	Concentración de Muestra g/m3	Nº	W del Filtro Desechado (B)	w del fitro mas muestra (P)	Peso de muestra (P-B)	volumen muestreado (m3)	Concentración de Muestra ug/m3
1	0,0774	0,1787	0,1013	3,375	0,0300	1	77400	178700	101300	3,375	30014,8
2	0,0758	0,2068	0,1310	3,375	0,0388	2	75800	206800	131000	3,375	38814,8
3	0,0764	0,1837	0,1073	3,375	0,0318	3	76400	183700	107300	3,375	31792,6
4	0,0733	0,2105	0,1372	3,375	0,0407	4	73300	210500	137200	3,375	40651,9
5	0,0766	0,2493	0,1727	3,375	0,0512	5	76600	249300	172700	3,375	51170,4
6	0,0773	0,4823	0,4050	3,375	0,1200	6	77300	482300	405000	3,375	120000,0
7	0,0715	0,1904	0,1189	3,375	0,0352	7	71500	190400	118900	3,375	35229,6
8	0,0719	0,1874	0,1155	3,375	0,0342	8	71900	187400	115500	3,375	34222,2
9	0,0743	0,1843	0,1100	3,375	0,0326	9	74300	184300	110000	3,375	32592,6
10	0,0745	0,1867	0,1122	3,375	0,0332	10	74500	186700	112200	3,375	33244,4
11	0,0728	0,2255	0,1528	3,375	0,0453	11	72773	225533	152760	3,375	45262,2
12	0,0724	0,2805	0,2082	3,375	0,0617	12	72387	280538	208151	3,375	61674,3

13	0,0720	0,1913	0,1193	3,375	0,0354	13	72000	191337	119337	3,375	35359,0
14	0,0716	0,3005	0,2289	3,375	0,0678	14	71613	300546	228933	3,375	67831,9
15	0,0712	0,1756	0,1043	3,375	0,0309	15	71227	175550	104324	3,375	30910,7
16	0,0768	0,1965	0,1197	3,375	0,0355	16	76835	196550	119715	3,375	35471,0
17	0,0705	0,2095	0,1390	3,375	0,0412	17	70453	209483	139030	3,375	41194,0
18	0,0701	0,3206	0,2505	3,375	0,0742	18	70067	320563	250496	3,375	74221,1
19	0,0746	0,2300	0,1554	3,375	0,0460	19	74620	229996	155376	3,375	46037,4
20	0,0793	0,2308	0,1515	3,375	0,0449	20	79293	230843	151549	3,375	44903,5
21	0,0789	0,2856	0,2067	3,375	0,0612	21	78907	285576	206669	3,375	61235,3
22	0,0721	0,1842	0,1121	3,375	0,0332	22	72100	184160	112060	3,375	33203,0
23	0,0795	0,2088	0,1293	3,375	0,0383	23	79489	208820	129331	3,375	38320,3
24	0,0771	0,3199	0,2428	3,375	0,0720	24	77050	319892	242842	3,375	71953,1
25	0,0711	0,1994	0,1282	3,375	0,0380	25	71143	199376	128233	3,375	37994,9
26	0,0755	0,2091	0,1336	3,375	0,0396	26	75471	209094	133624	3,375	39592,2
27	0,0766	0,2956	0,2190	3,375	0,0649	27	76587	295601	219015	3,375	64893,2
28	0,0762	0,2406	0,1644	3,375	0,0487	28	76200	240605	164405	3,375	48712,7
29	0,0785	0,2182	0,1398	3,375	0,0414	29	78452	218248	139796	3,375	41421,1
30	0,0754	0,2106	0,1352	3,375	0,0401	30	75427	210614	135187	3,375	40055,5

ANEXO Nº 6. Matriz de consistencia

PROBLEMA GENERAL	OBJETIVOS GENERAL	HIPÓTESIS GENERAL	METODOLOGÍA
¿En qué medida el material particulado sobrepasa en fracción respirable el límite máximo permisible en construcciones del distrito de Jesús María, 2015?	Determinar en qué medida el material particulado sobrepasa en la fracción respirable el límite máximo permisible en construcciones del distrito de Jesús María, 2015	El material particulado en fracción respirable sobrepasa el límite máximo permisible en construcciones del distrito de Jesús María, 2015.	<ul style="list-style-type: none"> - Enfoque: Cuantitativo - Tipo: No Experimental - Nivel: Prospectivo. - Diseño: transversal - Población: Constructoras del Distrito de Jesús María. - Muestra: 30 Constructoras - Técnica: Gravimetría
PROBLEMAS ESPECÍFICOS	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	HIPÓTESIS SECUNDARIAS	
¿En qué medida los pesos del material particulado superan en fracción respirable el límite máximo permisible?	Determinar en qué medida los pesos del material particulado superan en fracción respirable el límite máximo permisible.	Los pesos del material particulado superan el límite máximo en fracción respirable en construcciones del distrito de Jesús María	
¿Existirá presencia de sílice como	Determinar la presencia de Sílice	Existe presencia de sílice como contaminante de material	

contaminante en material particulado?	como contaminante del material particulado	particulado.	-Instrumento: Estadístico Excel stat.
---------------------------------------	--	--------------	---------------------------------------

ANEXO 6: ESCANEO DE SOLICITUDES.

"Año de la Diversificación Productiva y del Fortalecimiento de la Educación"

Solicitó: Relación de Licencias de Construcción para realizar
Trabajo de Tesis sobre Partículas en Suspensión

Sr. Sub Gerente de Licencias y Autorizaciones

Municipalidad Jesús María.

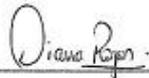
Presente.-

Nosotros, Bachilleres de la Facultad de Ciencias Farmacéuticas y Bioquímica, de la Universidad Inca Garcilaso de la Vega Rosario Diana Rojas Révolo y Pamela Esbieta Huamán Salazar, ante Usted con respeto nos presentamos y decimos:

Que, por motivo de estar realizando una tesis intitulada: "Determinación de Material Particulado en Fracción Respirable en Construcciones del Distrito de Jesús María 2015"

Solicitamos a su digno despacho nos permita proporcionar un listado de las licencias de construcción vigentes en su distrito para poder realizar las coordinaciones y realizar el trabajo de campo que consistiría en verificar el nivel de material particulado en un tiempo determinado de tres días aproximadamente. Nuestro trabajo está siendo supervisado por el Mg. Q.F. TOX. Henry Sam Montellanos Cabrera, asesor de nuestra tesis, el cual nos pide este listado para poder realizar el tamaño poblacional y luego el tamaño muestral. Teléfono de contacto 989364482 (RPC).

Agradeciendo la atención prestada y seguros de contar con su valioso apoyo nos despedimos no sin antes expresarle nuestros sentimientos y estima personal.



Rosario Diana Rojas Révolo.

DNI 41195623



Pamela Huamán Salazar.

DNI 45935675



Mg. Q.F. TOX. Henry Sam Montellanos Cabrera
QUIMICO FARMACEUTICO
C.O.F.P. 7970
DNI: 2576667
R.N.E. 030

Gráfico N° 38. Escaneo de la solicitud de relación de licencias de construcción en el distrito de Jesús María

Solicito: Número de Licencias de Construcción de meses
De Enero a Agosto año 2015. Para Tesis
Universitaria.

Sr. Sub Gerente de Licencias y Autorizaciones

Municipalidad Jesús María.

Presente.-

Yo, Mg. Henry Sam Montellanos Cabrera, con DNI 25796967, Docente de la Facultad de Farmacia y Bioquímica de la Universidad Inca Garcilaso de la Vega, ante Usted con respeto me presento y digo:

Que, por motivo de estar asesorando una tesis intitulada: "Determinación de Material Particulado en Fracción Respirable en Construcciones del Distrito de Jesús María 2015"

Solicito a su digno despacho me permita proporcionar el número de Licencias de Construcción de los Meses de Enero a Agosto 2015, de ser posible mes a mes, para poder realizar el tamaño poblacional y luego el tamaño muestral del tema de Tesis.

Agradeciendo la atención prestada y seguro de contar con su valioso apoyo me despido no sin antes expresarle mis sentimientos y estima personal.



Henry Sam Montellanos Cabrera
Dr. Henry Sam Montellanos Cabrera
QUÍMICO FARMACÉUTICO
C.O.F.P. 7970
DNI 25796967
R.N.E. 030
hmontellanos@yaho.com

MUNICIPALIDAD DE JESÚS MARÍA
Sub Gerencia de Atención al Ciudadano - Gestión Documental y Archivo

XPEDIENTE N° 2015-11542

cha : 06/08/2015 Folio : 1
ministrado: MONTELLANOS CABRERA HENRY SAM
oficio : JR. CAWANA Nro. 291 - LOS OLIVOS
ccod. : 07.01.8 ACCESO A LA INFORMACIÓN QUE POSEAN O
PRODUZCAN LAS DIVERSAS UNIDA.



Juan Carlos JARCEVASS
Hora: 12:21

VER VUELTA →

Gráfico N° 39. Escaneo de la solicitud de número de licencias de construcción entre el mes de enero – agosto del 2015.

LICENCIAS DE CONSTRUCCION OTORGADAS DE ENERO A JULIO 2015

Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio
3	2	4	8	8	10	12



Gráfico N° 40. Escaneo del listado de licencias de construcción otorgadas de enero a julio del 2015.

MUNICIPALIDAD DE JESÚS MARÍA
AV. MARIATEGUI N°650 R.U.C. 20131300290

N° 0107094

TRIBUTO ESP. VAL. DERECHOS Y GASTOS	R.U.C.	RECIBO 1544783
APELLIDOS Y NOMBRES O RAZON SOCIAL MONTELANGOS CABRERA HENRY SAM DNI: 25795967		
N° DE PREDIOS	ULTIMO DIA DE PAGO	
DOMICILIO	CODIGO DE DETALLE	
L99 ACCESO A LA INFORMACIÓN QUE POSEALO...		
		
MUNICIPALIDAD DE JESÚS MARÍA 10 17 AGO. 2015 10 CANCELADO RUD: 20131366290		
TOTAL A PAGAR		
		REDONDEO: 0.00
OBSERVACIONES CAJERO 000 CONTRERAS 13:15:58 20150817 MOVIMIENTO 000018		

CONTRIBUYENTE

AC
Ira

Gráfico N° 41. Escaneo del recibo de pago a la municipalidad de Jesús María; por acceso a la información.



Universidad
Inca Garcilaso de la Vega
Nuevos Tiempos. Nuevas Ideas

Reverendo padre David Tello Labajos

Parroquia San Antonio de Padua

Presente.-

Es grato dirigirme a usted para solicitarle, su aprobación para poder realizar una investigación de tipo científica (tesis de Grado para Título profesional) de la tesis intitulada: "Determinación de Material Particulado en Fracción Respirable en Construcciones del Distrito de Jesús María 2015" presentado por las señoritas Bachilleres Rosario Diana Rojas Révolo y Pamela Esbieta Huamán Salazar. Sería un sábado en el turno mañana y no tomaría más de dos horas para toma de muestra en cuatro puntos, con equipos prestados.

Agradeciendo su atención y comprensión de la misma. Aprovecho la ocasión para expresarle mis sentimientos y estima personal.



Mg. Henry Sant Montellanos Cabrera
Docente Asesor de Tesis
DNI 25796967

Celular: RPC 989364482

Movistar 958001714



Gráfico N° 42. Escaneo de la solicitud al padre de la parroquia San Antonio de Padua, para la toma de muestra en construcciones aledañas.



MUNICIPALIDAD DISTRITAL
JESÚS MARÍA
1978-2015

"AÑO DE DIVERSIFICACIÓN PRODUCTIVA Y DEL FORTALECIMIENTO DE LA EDUCACIÓN"

Jesús María, 13 AGO. 2015

OFICIO N° 1047 -2015-MDJM/SG

Señor:
HENRY SAM MONTELLANOS CABRERA
Jr. Cavana N° 291
Los Olivos .-

Referencia : Expediente N° 11542-2015 del 06.08.2015

Asunto : Acceso a la Información

En atención al Expediente de la referencia, cumpla con remitirle:

- Copia simple de la Relación de Licencias de Construcción otorgadas de Enero a Julio 2015. (01 folio)

La información antes mencionada ha sido proporcionada por la SubGerencia de Obras Privadas y Planeamiento Urbano mediante Informe N° 0255-2015-MDJM-GDU-SGOPyPU de fecha 11 de agosto del 2015.

Atentamente,


MUNICIPALIDAD DISTRITAL
DE JESÚS MARÍA

DIETHELL COLUMBUS MURATA
SECRETARIO GENERAL

(*) Texto Único de Procedimientos Administrativos, aprobado mediante Ordenanza N° 343-MDJM

Gráfico N° 43. Escaneo del expediente de la copia simple de la relación de licencias de construcciones en el distrito de Jesús María

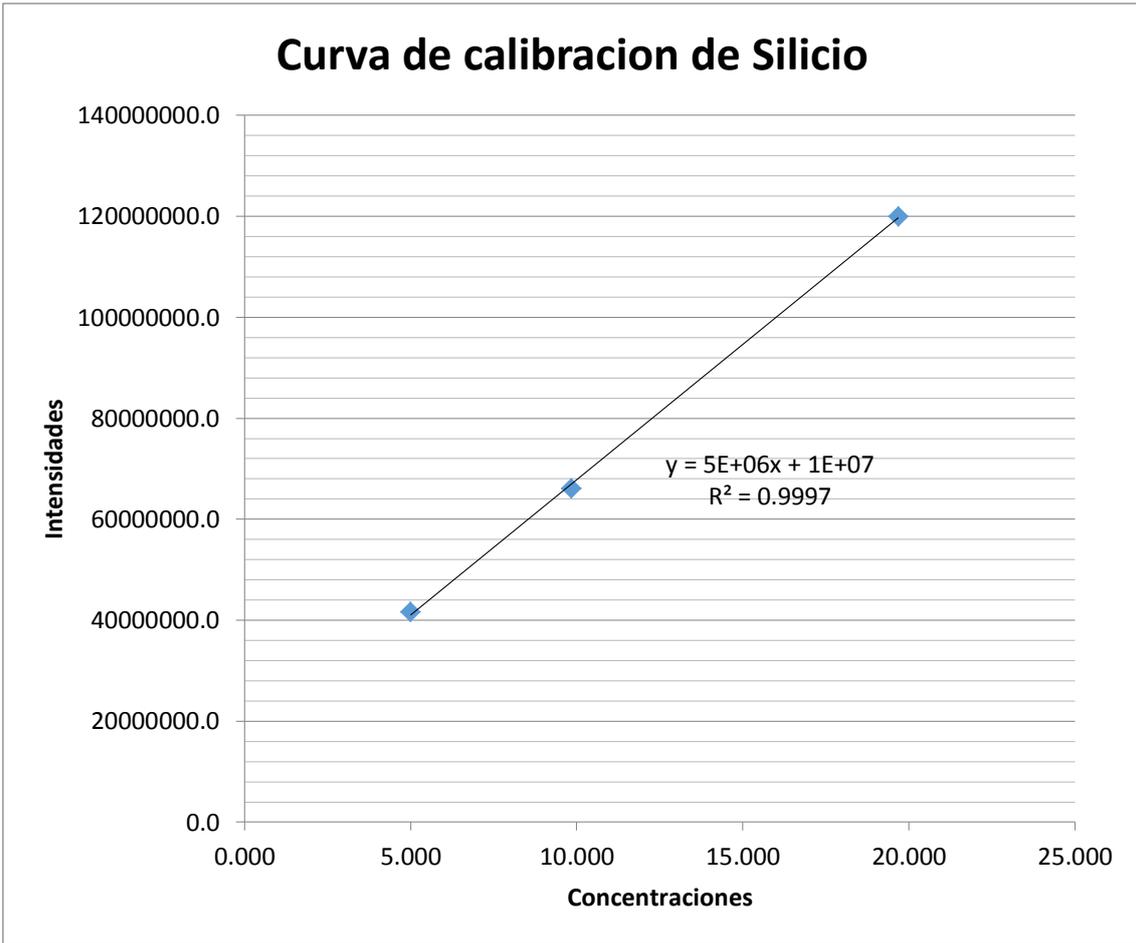


Gráfico Nº 44 Curva de calibración del Silicio. (ppm).

Análisis de varianza de un factor (ANOVA)

RESUMEN

<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
Columna 1	30	4,738	0,157933333	0,00401503
Columna 2	30	4,74	0,158	0,00400538
Columna 3	30	4,758	0,1586	0,00404777

ANÁLISIS DE VARIANZA

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>		
Entre grupos	8,08889E-06	2		
Dentro de los grupos	0,349977067	87		
Total	0,349985156	89		
<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>	
4,04444E-06	0,001005399	0,998995118	3,101295757	
0,004022725				

Gráfico N° 45: Análisis de Varianza de un factor

ANEXO N°7 tabla con valores restados con standard

Standard = 60 ug/m3

Promedio de muestra	PESO 1	PESO 2	PESO 3	Peso promedio	Resultado final
Muestra 1	0,1	0,1	0,103	0,101	2941,48
Muestra 2	0,13	0,131	0,132	0,131	3821,48
Muestra 3	0,108	0,107	0,106	0,107	3119,26
Muestra 4	0,14	0,139	0,141	0,139	4005,19
Muestra 5	0,171	0,173	0,172	0,172	5057,04
Muestra 6	0,404	0,405	0,406	0,405	11940
Muestra 7	0,118	0,119	0,117	0,118	3462,96
Muestra 8	0,115	0,115	0,115	0,115	3362,22
Muestra 9	0,109	0,11	0,111	0,11	3199,26
Muestra 10	0,11	0,113	0,113	0,112	3264,44
Muestra 11	0,151	0,152	0,153	0,152	4466,22
Muestra 12	0,209	0,207	0,208	0,208	6107,43
Muestra 13	0,12	0,118	0,119	0,119	3475,9
Muestra 14	0,228	0,229	0,227	0,228	6723,19
Muestra 15	0,103	0,104	0,105	0,104	3031,07
Muestra 16	0,119	0,119	0,119	0,119	3487,1
Muestra 17	0,136	0,14	0,141	0,139	4059,4

Muestra 18	0,25	0,249	0,251	0,25	7362,11
Muestra 19	0,156	0,155	0,154	0,155	4543,74
Muestra 20	0,15	0,149	0,153	0,151	4430,35
Muestra 21	0,207	0,205	0,206	0,206	6063,53
Muestra 22	0,113	0,113	0,11	0,112	3260,3
Muestra 23	0,129	0,13	0,131	0,129	3772,03
Muestra 24	0,241	0,241	0,244	0,242	7135,31
Muestra 25	0,128	0,128	0,128	0,128	3739,49
Muestra 26	0,134	0,133	0,132	0,133	3929,22
Muestra 27	0,218	0,218	0,221	0,219	6429,32
Muestra 28	0,164	0,164	0,164	0,164	4811,27
Muestra 29	0,143	0,139	0,14	0,139	4082,11
Muestra 30	0,134	0,135	0,136	0,135	3945,55



REPORTE DE RESULTADO Nº 3045D-2016

Cliente: Diana Rojas Revolo, Pamela Huaman Salazar

Método empleado: MET-TOX-014 "Determinación de Silicio en muestras ambientales por Espectrometría de Masa con Plasma Acoplado Inductivamente(ICP-MS)"

Nº	Nº FILTRO	SILICE = ug / m ³
BLANCO	FILTRO Nº 1	0.00
1	FILTRO Nº 2	1.73
2	FILTRO Nº 3	9.62
3	FILTRO Nº 4	18.70
4	FILTRO Nº 5	23.80
5	FILTRO Nº 6	23.55
6	FILTRO Nº 7	45.25
7	FILTRO Nº 8	3.22
8	FILTRO Nº 9	9.83
9	FILTRO Nº 10	25.15
10	FILTRO Nº 11	18.27
11	FILTRO Nº 12	10.26
12	FILTRO Nº 13	9.15
13	FILTRO Nº 14	15.15
14	FILTRO Nº 15	20.25
15	FILTRO Nº 16	16.10
16	FILTRO Nº 17	1.90
17	FILTRO Nº 18	3.55
18	FILTRO Nº 19	5.17
19	FILTRO Nº 20	7.90
20	FILTRO Nº 21	20.22
21	FILTRO Nº 22	25.65
22	FILTRO Nº 23	25.49
23	FILTRO Nº 24	20.22
24	FILTRO Nº 25	21.22
25	FILTRO Nº 26	7.29
26	FILTRO Nº 27	12.79
27	FILTRO Nº 28	15.49
28	FILTRO Nº 29	7.80
29	FILTRO Nº 30	8.90
30	FILTRO Nº 31	15.30

Edgard Valentín Atocha
JEFE DE AREA DE TOXICOLOGÍA