



Universidad Nacional
SAN LUIS GONZAGA



[Reconocimiento-CompartirIgual 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/)

Esta licencia permite a otras combinar, retocar, y crear a partir de su obra, incluso con fines comerciales, siempre y cuando den crédito y licencia a las nuevas creaciones bajo los mismos términos. Esta licencia suele ser comparada con las licencias copyleft de software libre y de código abierto. Todas las nuevas obras basadas en la suya portarán la misma licencia, así que cualesquiera obras derivadas permitirán también uso comercial.

<http://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>



UNIVERSIDAD NACIONAL "SAN LUIS GONZAGA"



ESCUELA DE POSGRADO

EVALUACION DE ORIGINALIDAD

CONSTANCIA

El que suscribe, deja constancia que se ha realizado el análisis con el software de verificación de similitud al **BORRADOR DE TESIS** cuyo título es:

"INFLUENCIA DEL MATERIAL PARTICULADO 2,5 EMITIDO POR LAS PLANTAS HIDROMETALÚRGICAS EN EL NIVEL DE CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA EN EL DISTRITO DE VISTA ALEGRE DE NASCA"

Presentado por:

CORREA VERGARA, JORGE LUÍS


De la **MAESTRÍA EN INGENIERÍA QUÍMICA** mención **PROCESOS QUÍMICOS Y AMBIENTALES**.

Que, se ha recibido del operador del programa informático evaluador de originalidad de la Escuela de Posgrado de la UNICA, el informe automatizado de originalidad, el mismo que concluye de la siguiente manera:

El documento de investigación APRUEBA los criterios de originalidad con un porcentaje de similitud de 3%.

Para dar fe, se adjunta al presente el reporte de similitud de las bases de datos de iThenticate. En Ica 24 de mayo de 2023

Atentamente

UNIVERSIDAD NACIONAL "SAN LUIS GONZAGA"
ESCUELA DE POSGRADO

Dr. LUIS ALBERTO PECHO TATAJE
Director (e)

UNIVERSIDAD NACIONAL “SAN LUIS GONZAGA”

VICERRECTORADO DE INVESTIGACION

ESCUELA DE POSGRADO

MAESTRÍA EN INGENIERÍA QUÍMICA

MENCION: PROCESOS QUIMICOS Y AMBIENTALES



TESIS:

**Influencia del material particulado 2,5 emitido
por las plantas hidrometalúrgicas en el nivel de
contaminación atmosférica en el distrito de Vista
Alegre de Nasca**

PRESENTADO POR:

CORREA VERGARA, JORGE LUIS.

PARA OPTAR EL GRADO DE MAGISTER EN INGENIERÍA
QUÍMICA, MENCIÓN PROCESOS QUÍMICOS Y
AMBIENTALES

**ICA – PERÚ
2023**

DEDICATORIA

Va dedicado a mi familia
especialmente a mis padres,
hermana y abuelos.

AGRADECIMIENTO

Mi agradecimiento a Dios, a mis padres, a mi hermana, a mis abuelos, a mi tía, a la Dra. rosita y al ing. Carlos por su apoyo incondicional en cada momento de mi vida.

ÍNDICE

	Pág.
CARATULA	i
DEDICATORIA.	ii
AGRADECIMIENTO	iii
INDICE	iv
RESUMEN.	vii
ABSTRACT.	viii
TITULO.	ix
INTRODUCCIÓN.	x
CAPITULO I: MARCO TEÓRICO.	11
1.1. Antecedentes	11
1.1.1. A nivel internacional.	11
1.1.2. A nivel nacional.	13
1.1.3. A nivel local	16
1.2. Bases teóricas	17
1.2.1. Material Particulado 2,5 (MP2,5) .	17
1.2.2. Contaminación por MP2,5	20
1.3. Marco conceptual	31
CAPÍTULO II: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.	33
2.1. Situación problemática.	33
2.2. Formulación del problema.	35
2.2.1. Problema General.	35

2.2.2. Problemas específicos	35
2.3. Justificación e importancia de la investigación	35
2.4. Objetivos.	36
2.4.1. Objetivo general.	36
2.4.2. Objetivos específicos.	37
2.5. Hipótesis de la investigación	37
a) Hipótesis general.	37
b) Hipótesis específicas	37
2.6. Variables de la investigación	38
a) Identificación de variables.	38
b) Operacionalización de las variables.	38
CAPITULO III: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	39
3.1. Tipo, nivel y diseño de la Investigación.	39
3.2. Población y muestra.	40
3.2.1. Población.	40
3.2.2. Muestra.	40
CAPÍTULO IV: TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN	41
4.1. Técnicas de recolección de información.	41
4.2. Instrumentos de recolección de datos.	41
4.3. Técnicas de procesamiento, análisis e interpretación de resultados.	41

CAPITULO V: CONTRASTACIÓN DE LA HIPÓTESIS.	42
5.1. Contrastación de la Hipótesis principal.	42
5.2. Comprobación de las hipótesis estadísticas.	43
CAPITULO VI: PRESENTACIÓN, INTERPRETACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS.	48
6.1. Resultados obtenidos.	49
6.2. Discusión de resultados.	60
CONCLUSIONES	62
RECOMENDACIONES	63
BIBLIOGRAFÍA	64
ANEXO	67
Equipo para tomar muestras de aire	68

RESUMEN

Esta tesis titulada **Influencia del material particulado 2,5 emitido por las plantas hidrometalúrgicas en los niveles de contaminaciones atmosféricas en el distrito de Vista Alegre de Nasca**, es un estudio teórico experimental donde se evaluó la descarga de los materiales particulados generados en las áreas de chancado de las plantas hidrometalúrgicas dedicadas a la flotación de minerales sulfurados de cobre en el distrito de Vista Alegre, a la atmósfera. Según los estudios experimentales se ha podido comprobar que este material particulado es arrastrado por el viento por varias decenas de kilómetros para conseguir llegar a centros poblados de ese distrito y en elevada concentración lo que afecta directamente al ambiente de estos lugares contaminando el aire, el agua y los suelos, con el correspondiente deterioro de los habitantes sobre la calidad de vida y otros seres vivos.

PALABRAS CLAVES: Material particulado 2,5, sulfuros, contaminación ambiental.

ABSTRACT

This thesis entitled Influence of particulate matter 2.5 emitted by hydrometallurgical plants on the level of atmospheric pollution in the Vista Alegre district of Nasca, is an experimental theoretical study in which the discharge of particulate material generated in the area of crushing of the hydrometallurgical plants dedicated to the flotation of copper sulphide minerals in the Vista Alegre district, into the atmosphere. According to experimental studies, it has been possible to verify that this particulate material is carried by the wind for several tens of kilometers until it reaches the populated centers of that district and in high concentration, which directly affects the environment of these places, polluting the air, water and soils, with the corresponding deterioration in the quality of life of the inhabitants and other living beings.

KEY WORDS: 2.5 particulate matter, sulfides, environmental pollution.

MAESTRÍA EN PROCESOS QUÍMICOS Y AMBIENTALES

**“INFLUENCIA DEL MATERIAL PARTICULADO 2,5
EMITIDO POR LAS PLANTAS HIDROMETALÚRGICAS
EN EL NIVEL DE CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA EN
EL DISTRITO DE VISTA ALEGRE DE NASCA”**

TESIS PARA OBTENER EL GRADO DE:

**MAGISTER EN INGENIERÍA QUÍMICA, MENCIÓN
PROCESOS QUÍMICOS Y AMBIENTALES**

AUTOR:

CORREA VERGARA, JORGE LUIS

ASESOR:

DR. DANTE FERMIN CALDERÓN HUAMANI

INTRODUCCIÓN

Este proyecto de investigación titulado *Influencia del material particulado 2,5 emitido por las plantas hidrometalúrgicas en el nivel de contaminación atmosférica en el distrito de Vista Alegre de Nasca* es un estudio teórico experimental, cuyo principal objetivo es determinar la influencia del material particulado respirable en la contaminación ambiental en el distrito nasqueño de Vista Alegre. Para el desarrollo del trabajo se consideró cinco partes fundamentales: La primera de ellas es El Problema de Investigación, en el que se expone la situación problemática, la formulación del problema, la justificación y la importancia de la investigación. La segunda parte corresponde a las Bases Teóricas, donde se describen todas las teorías sobre material particulado y contaminación ambiental por material particulado. Seguidamente se abordan la tercera parte que corresponde a la hipótesis y variables. La cuarta parte corresponde a los objetivos del estudio y la quinta parte expone la estrategia metodológica, donde se aborda el tipo, nivel y diseño de la investigación, la población y muestra como también la Técnica e instrumento de recolección de los datos y el tratamiento de datos.

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

1.1. ANTECEDENTES.

1.1.1. A nivel internacional

Salini, A (2009) Presentado en la Facultad de Ciencias de la Universidad de Santiago de Chile, trabajo de grado; Desarrollo de los modelos para predecir concentración extrema de PM 2.5 en Santiago, donde se demostró las capacidades de predecirse continuaciones transitorias de estas partículas problema de observación de cuatro estaciones en Santiago entre 2001 y 2007, que evaluó varios parámetros de la serie de tiempo no lineal, encontrándose que estos parámetros exhiben comportamientos caóticos y predictivos basados en las informaciones que los contiene no es factible solo horas en el futuro. En el estudio, todas las predicciones hechas por el autor estaban equivocadas, no fue posible establecerse ciertas concentraciones de PM 2.5 después de 06 horas de prueba, concluyéndose definitivamente que las series de tiempos mostró partículas finas PM 2.5 es un caos.

Salvador, P (2005) en su trabajo realizado en la Universidad de Complutense – Madrid sobre las Características de la contaminación de la atmósfera producidas por las partículas en expulsión en Madrid, tesis donde se evalúa las concentraciones de las partículas y diferentes tamaños de partículas de la ciudad de Madrid. Las fracciones de polvo analizadas son PM 10 y PM 2,5, ya que están se encuentran relacionada directamente al bienestar de las personas. Las

derivaciones se realizaron en estaciones diferentes del año, en diferentes puntos de la ciudad, y los estudios de los datos mediante análisis factoriales y regresiones multilineales, abordando particularmente el aporte de las partículas de los orígenes distantes, realizándose las calculaciones de las funciones de probabilidades condicionales en región desértica al norte de África.

Matus, P. (2015) presentó su investigación en la Universidad de Chile sobre: *Efectos de los materiales directos particulados (MP10 y MP2,5) sobre las hospitalizaciones por enfermedades respiratorias en niños, desarrollado en Chile, estudio caso control alterno (case crossover)*, cuyo objetivo fue verificar si la exposición al polvo respirable está asociado a una mayor incidencia de hospitalización de niños y adolescentes durante el periodo 2011-2015. El autor concluye que si existen daños en la salud en cuanto a los contaminantes dañinos en la atmósfera que perjudica la respiración en los menores, produciendo en ellos principalmente neumonías, bronquiolitis y asma en menores de 5 años.

Cortés, J. (2016) en su trabajo denominado: la dispersión de dioxinas, furanos y PM fue menor a 10 µm, destacando que los compuestos químicos examinados provenían de las áreas industriales de la ciudad; mientras que los materiales

particulados provienen de las operaciones vehiculares, es decir, la combustión de las gasolinas y diesel en camión, las industrias siderúrgicas y las compañías manipulan carbón en los procesos de las combustiones. El estudio asimismo destaca el predominio de las temperaturas y la orientación de los vientos en el esparcimiento de los contaminantes.

Martín, P. (2016) publicó un trabajo en la Universidad de Buenos Aires titulado contaminantes de la atmosfera por materiales particulados - Buenos Aires, relacionado con la calidad del aire dentro de la ciudad de Buenos Aires, de 10 micras de diámetro. Es así que se tuvo como modelo de sedimentación distribuida DAUMOD-D. Tiene en cuenta la acumulación de polvo por deposición húmeda y seca. Para las partículas de menos de 2 μm de diámetro, las acumulaciones pueden alcanzarse el 30 %, y para las partículas de más de 2 μm de diámetro, la acumulación consigue alcanzar el 90%.

1.1.2. Antecedentes nacionales

Ribera, J. (2012) presentó su tesis titulada *Modelos de las identificaciones de los componentes contaminantes de la atmósfera calificadores en la ciudad de Lima – Callao*; a la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, donde se demuestra que el principal contaminantes mayoritarios de la

atmósfera de Lima y Callao son las partículas MP 2,5, llegándose a las conclusiones siguientes:

La calidad del aire dentro de la zona urbana de Lima y Callao, en relación con las partículas MP 10, es en general de mala calidad a insalubre, en diversas zonas y en relación con las partículas MP 2,5, en las diversas zonas de Lima y Callao donde es insalubre la calidad del aire inclusive peligroso para el bienestar.

Torres, B. (2017) presentó su tesis titulada *Evaluación comparativa del grado de contaminación por material particulado (pm-2.5 y pm-10), en los años 2002 – 2003 con el año 2017 en la cuenca atmosférica de Iquitos*, tesis presentada a la Universidad Científica del Perú, en la que el objetivo principal fue evaluar la variabilidad de la contaminación por PM2.5 y PM-10, en el período 2002 – 2003 relacionada al periodo 2017 de la atmósfera de Iquitos, considerando las causas de sus iniciaciones. Según los datos obtenidos por el autor, las cantidades que se obtuvieron en cuanto a los materiales particulados fueron 2,5 y 10 micrómetros superan los límites máximos permisibles, alcanzando valores superiores a los establecidos en las normas dadas en el D.S. 003-2017 MINAN. Se concluye en el estudio que la concentración de los materiales particulados estudiado en los años 2002 y 2003 fueron mucho

menores a los detectados en el año 2017. El origen de esta contaminación se debe según el estudio a la incrementación de los parques automotores, acrecentamiento poblacional, el polvo que producen las calles que están sin asfaltos.

Guevara, J (2017) presentó su tesis titulada los Índices sobre la calidad del aire y presencia de materiales por presencias de partículas de 2.5 microgramos en el distrito de Morales, en la Universidad Peruana Unión, sede Tarapoto, con el objetivo de comprobar las concentraciones de las partículas que son mínimas a 2.5 micrómetros y ver si dicha concentración cumple con los estándares de calidad del aire establecidos por el D.S. Reglamento N° 003-2008-MINAM. El monitoreo se realizó de acuerdo con las normas de DIGESA y los resultados indicaron que los materiales particulados en el sitio de estudio estaba por debajo de los niveles de LMP y, por lo tanto, la calidad del aire se consideró buena.

Arotoma, K. (2016) presentó su tesis titulada *Distribuciones de los orígenes de los materiales particulados en las zonas altas y medias de la cuenca del Mantaro - ciudades de Huancayo Jauja, Junín Concepción, La Oroya, Paccha*, a la Universidad Alas Peruanas, cuyo objetivo fue conocer cuáles son las fuentes de emisiones de los materiales particulados que son menores a 10

μm (PM10) y 2,5 μm (PM2.5) en la zona alto-media del Valle del Mantaro. Las derivaciones encontradas nos indican que las concentraciones de los materiales particulados fueron de 2,5 y 10 micrómetros siendo estos superiores a las demarcaciones máximas permitidas y los orígenes de estas son las manifestaciones vehiculares y las actividades mineras en el lugar.

Trelles, R. (2018) presentó su tesis titulada *Determinar los materiales particulados (PM10 y PM 2.5), los dióxidos de azufre (SO₂), dióxidos de nitrógenos (NO₂) y monóxidos de carbonos (CO) dentro del distrito de Ocoruro-provincia Espinar- región Cusco*, a la Universidad de San Agustín de Arequipa. El estudio contó con tres estaciones de monitoreo de calidad de aire, donde desde julio a octubre del 2017 y febrero 2018. Los resultados del estudio indican que la concentración de los materiales particulados exceden los ECA's de calidad de aire, y se generan por el movimiento de tierra y tránsito de vehículo pesado y liviano; en cuanto a los gases su concentración también excedan las limitaciones máximas instaurados por algunas instituciones ambientales.

1.1.3. Antecedentes locales

Se ha revisado la bibliografía actual de las bibliotecas de las Universidades que funcionan en Ica, no encontrándose

investigaciones sobre Material particulado y contaminación ambiental.

1.2. BASES TEÓRICAS.

1.2.1. Material particulado 2,5 (MP2,5)

1.2.1.1. Definición.

Las PM 2.5 o partículas respirables se pueden definirse como átomos sólidos o líquidos dispersos en el aire tales como polvos, ceniza, hollín, partícula metálica, cementos y polen, y otras, con diámetros iguales o inferiores a 10 μm o 10 micrómetros (1 μm corresponde a una milésima de milímetro). La parte más pequeña que puede respirar se llama PM2.5 y están formadas por las partículas de 2,5 micrómetros o menos de diámetro, que es mucho más pequeña que la pelusa que podemos observar en el Sol. Sus tamaños los hacen 100% transpirables, ingresando al sistema respiratorio y se asientan en los alvéolos de los pulmones y realizan viajar al torrente sanguíneo (Hesketh, 2016). Asimismo pueden ser más agresivos con la salud, su dimensión también los hacen ligeros y suelen permanecer más tiempo en la atmosfera. Esto no sólo alarga los efectos, pero también facilita su transporte por el viento a largos trayectos.

1.2.1.2. Características del Material Particulado 2,5

Los materiales particulados (PM) son contaminantes con propiedades complejas, no solo por sus propiedades físicas (masa, tamaño y densidad) según sus propiedades químicas (contienen

compuestos), sustancias orgánicas e inorgánicas, metales, mayor y menor contaminante compuestos). Estas peculiaridades son esenciales para determinarse los tipos y el alcance de sus consecuencias en la salud de la población. Existen partículas que son suspendidas que se encuentran en el aire y varían en tamaño de 0,001 a 50 μm . La fracción de aerosol respiratorio con unos diámetros aerodinámicos menores o iguales a 10 μm (PM10) penetra en varias profundidades del sistema respiratorio. Las partículas que no son respirables son más pequeñas en porcentajes más grandes. Las partículas con los diámetros aerodinámicos iguales o inferiores a 2,5 μm son 100% transpirables (PM2.5). Las partículas de menos de 0,5 μm consiguen penetrarse en los componentes de protección en el sistema respiratorio y asentarse en los alvéolos de los pulmones. (De Nevers, 2015)

El comportamiento de las partículas en la atmósfera está determinado por su tamaño, las partículas más pequeñas se ven afectadas por el movimiento de tipo browniano y las más grandes se ven influenciadas por la gravedad y la inercia (Gamboa, 2017). El tiempo de residencia de las partículas en la atmósfera también depende de su tamaño. Las partículas menores de 2,5 μm pueden tener un tiempo de residencia de días o incluso semanas y pueden ser transportadas miles de kilómetros (Gamboa, 2017). Las partículas de más de 2,5 μm tienen tiempos de residencia que van de minutos a horas y pueden transportarse hasta varios cientos de kilómetros (Dix, H. 2015). En la fracción más pequeña (etlt; 2,5 μm), se encontraron sulfatos y nitratos,

lo que representa un peligro potencial para la salud y reduce la visibilidad (Gamboa, 2017)

Además, están presentes compuestos orgánicos como los hidrocarburos aromáticos policíclicos, algunos de los cuales son cancerígenos y mutagénicos (Sierra et al., 2015). También se pueden encontrar metales pesados como Pb, Cd, Ni, Cu, Mo y V, los cuales tienen múltiples efectos en la salud humana (Préndez et al., 2018). Estas partículas son esencialmente de origen antropogénico, involucrando combustión y diversos procesos de producción que implican la presencia de compuestos orgánicos y especies inorgánicas (Hosiokangas et al. asociados, 2017; Sudesh y Rajamani, 2016). Algunos de ellos son esenciales para el crecimiento, la reproducción y la supervivencia de los organismos vivos, pero otros tienen un alto potencial de daño a la salud humana y al medio ambiente, incluso si no lo son en bajas concentraciones. Muchos efectos tóxicos pueden estar asociados con poblaciones discretas de aerosoles de fuentes individuales o categorías de fuentes comunes (Ondov y Wexler, 2018). US EPA (2018) especifica Be y Hg como componentes muy peligrosos; Elementos como Ba, Cd, Cu, Mn, V y Sn también se han identificado como elemento potencialmente de altos en riesgos. Estos elementos a excepciones del Mn, vienen siendo reconocidos como los oligoelementos y todos, excepto el Ba, que son considerados metal pesado (Duffus, 2015), asimismo de ser formulados por diversos prototipos de las fuentes de combustiones permanentes (Mukherjee et al, 2016).

1.2.1.3. Componente del MP 2,5.

Materias minerales

Las partículas minerales naturales constituyen los principales componentes de masa de los aerosoles atmosféricos (Global Terrestrial Emissions, Duce, 2015). Las emisiones de partículas minerales se producen en forma de emisiones descontroladas por la acción del viento sobre la superficie terrestre. Las emisiones globales más grandes de tales partículas ocurren en regiones áridas o semiáridas, concentradas en latitudes entre aproximadamente 10 y 35°N (incluyendo el norte de África, Medio Oriente y Asia Central, Prospero et al. 2017). En regiones áridas fuera de estas latitudes, como Australia o el desierto de Atacama (Chile) o el Kalahari (Botsuana), no se han registrado emisiones significativas de partículas minerales. (Prospero, 2015).

La distribución del tamaño de partículas de tales partículas después de la emisión en la región de origen es relativamente estable, principalmente concentrada en tres modos con diámetros de 1,5, 6,7 y 1,2 μm (Alfaro et al., 2018). Como se verá más adelante, estas partículas se caracterizan por su tamaño de partícula grueso (en términos de concentración de masa de material particulado). La abundancia relativa de partículas en cada modo depende de la velocidad del viento, por lo que la reactivación de las partículas de mayor diámetro se produce a bajas velocidades, mientras que las partículas de menor diámetro se emiten a velocidades crecientes. Independientemente según las velocidades de los vientos y dependiendo de diversos factores la emisión de partícula mineral

dependen del suelo, humedad y la vegetación. (Marticorena et al., 2019).

La composición química y mineral de sus partículas está en función de la región y sus propiedades dependen de la composición del suelo, pero normalmente están compuestas por calcita (CaCO_3), cuarzo (SiO_2), dolomita [$\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$], arcilla [Caolín] piedra, $\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})_4$ e illita, $\text{K}(\text{Al},\text{Mg})_3\text{SiAl}_10(\text{OH})$, feldespato [KAlSi_3O_8 y $(\text{Na},\text{Ca})(\text{AlSi})_4\text{O}_8$] y una pequeña cantidad de sulfato de calcio ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) y óxido de hierro (Fe_2O_3), también (Glaccum y Prospero, 2015). Aunque la mayoría de las manifestaciones de materia mineral son de origen natural, se debe tener en cuenta la existencia de un número limitado de fuentes antropogénicas de partículas minerales. También en minería, construcción, transformación de cerámica o cemento, producen partículas minerales, ya sea por su propia acción o por el procesamiento y transporte de materias primas. El tráfico también es una fuente de partículas minerales, a través de la erosión de las superficies de las carreteras.

Aerosoles marinos

Los aerosoles marinos son la segunda partícula más grande en términos de emisiones globales totales (38° emisiones terrestres globales, IPCC, 2016). Igualmente que las partículas minerales, las partículas de aerosoles marinos son de origen natural principalmente los cuales son emitidos directamente al aire (átomos principales).

Existen dos componentes fundamentales para las formaciones de las partículas: a) el colapso de las burbujas que llegan a la superficie del océano, y b) las oscilaciones del océano y la superficie del océano debido al viento. Asimismo la cantidad de las partículas que provienen del océano en las capas límites oceánicas son proporcionales a las velocidades de los vientos, los micrómetros de diámetros (gotas de películas finas). Por tanto, son partículas con un diámetro relativamente grande similar al de los minerales. (Pósfá y Molnár, 2015).

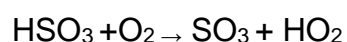
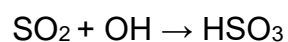
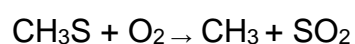
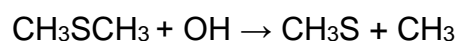
Las composiciones químicas de los aerosoles marinos proviene de sus orígenes: son agua de mar y océanos. Por tanto, la correlación entre ambos componentes mayoritarios encontrados en el agua de mar descritas por Mészáros (2018) (Cl-SO_4^{2-} Br- HCO_3^- Na^+ Mg^{2+} Ca^{2+} K) también se observan en los aerosoles marinos. La relación de masa de $\text{Cl/Na} > 1$ debido a las mayores masas del átomo de Cl, el uno por ciento en masa restante de Cl presente unido a Mg. Por lo tanto, la mayor parte de los aerosoles marinos se compone fundamentalmente de cloruro de sodio (NaCl), aunque también están presentes otras formas de cloruro y sulfato (p. ej., MgCl , MgSO o Na_2SO_4). Son solubles dependiendo de los iones y compuestos en el agua, el tamaño de las partículas de los aerosoles marinos en la atmósfera depende de la humedad relativa.

Compuestos de S

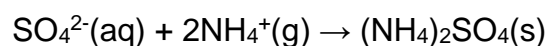
En la atmósfera encontramos sulfatos que son generalmente átomos secundarios, porque estos no se liberan concisamente de la atmósfera

siendo estas fabricaciones principales después del enmohecimiento de antecesores volátiles (principalmente SO₂). Teniendo estas partículas un menor de 1 µm de diámetros (EPA, 2016). El sulfato esencial igualmente son de origen natural y antropogénico, como las minas de yesos o los procesos industriales manipulados para producirse ácidos sulfúricos y para fabricar y procesar productos minerales como el yeso. Los compuestos S constituyen aproximadamente el 7-10% de la emisión terrestre global (IPCC, 2016).

Los precursores de sulfato de orígenes naturales se emiten principalmente a partir de emisiones biológicas y mediante las emisiones volcánicas (Andrae y Crutzen, 2017). Las rupturas de las burbujas de aire arrastran algunos de los agregados, lo que se suele detectarse en pequeños porcentajes de las materias orgánicas junto con los aerosoles marinos. El DMS presentados se considerarse unos de los primordiales predecesores de los sulfatos atmosféricos en zonas remotas del océano, siendo oxido SO₂ mediante diversas intransigencias para formarse posteriormente SO₄²⁻ según (Harrison y van Grieken, 2018):



Las erupciones volcánicas son las segundas fuentes más grandes de SO₂ naturales, bombeando cantidades en altos niveles al ambiente. El origen de los óxidos de azufre en estas erupciones radica en la partición de los compuestos aéreos de los azufres en las cámaras magmáticas previo a las erupciones (Keppler, 2017). Las producciones artificiales de antecesores de los sulfatos son de orígenes secundarios se centran principalmente en las combustiones de los combustibles fósiles con contenidos altos de S, principalmente carbones y fuel oil, en concentrados térmicos y zonas manufactureros complejos industriales (las combustiones del carbón representa el 60% de las emisiones de sulfatos, los petróleos representan un 28%, (Warneck, 2018). Los transcendentales compuestos gaseosos que se libera es el SO₂, se oxida a H₂SO a una resolución que varían del 1 al 10 % por hora, según los entornos climáticos. Muchos estudios han demostrado que las tasas de formaciones de los sulfatos son las funciones de las intensidades de las radiaciones solares. En las situaciones atmosféricas normales, estos átomos de agua y ácido son parciales o completamente contrarrestadas por el amoníaco (NH₄⁺), donde se da lugar a las formaciones de los sulfatos amónicos [(NH₄)₂SO₄]

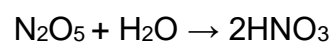
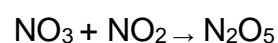
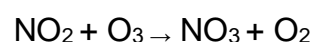
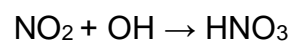


Compuestos de N

Los agregados de nitrógeno atmosférico (primariamente NO₃⁻ y NH₄), como los sulfatos, son principalmente de procedencias secundarias y emanan de

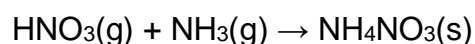
las reacciones de anteriores de gases naturales y artificiales. Estos compuestos representan alrededor del 2 al 5% de emisión global a niveles terrestres (IPCC, 1996). Los diámetros de las partículas en las atmósferas es generalmente de igual forma andlt; 1 μm (EPA, 1996). Los elementos de los nitratos naturales comúnmente provienen de las erupciones del suelo (nitrato, N_2O), quema forestal (NO_2 , NO), descarga eléctrica (NO) y biogases (NH_3) (Seinfeld y Pandis, 1998). Las manifestaciones originarios de NO y NO_x a escalas mundiales representan solo un tercio de las exposiciones antropogénicas (Mészáros, 1993).

NO , NO_2 , N_2O y NH_3 son las principales fuentes sobre la emisión de gases en el aire que contiene oxidaciones los cuales dan como resultado formación de ácidos nutritivos (HNO_3) (Warneck, 2015):

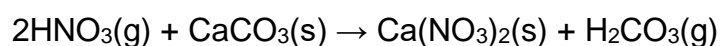
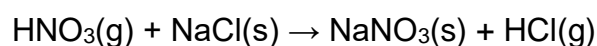
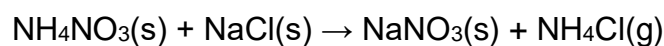


Las velocidades de las reacciones de OH con NO_2 son 10 veces mayores que las registradas entre OH y SO_2 , donde las formaciones de H_2SO atmosférico siempre serán más pausadas que la del HNO_3 (Gillani y Wilson, 2015). Por otro lado, el dato actualmente disponibles en la literatura sobre la llamada reacciones del amonio [$\text{NH}_3(\text{g}) \rightarrow \text{NH}(\text{s})$] en el aire (a diferencias del suelo) son generalmente exiguos para comprenderse los sistemas (Warneck, 2017). En circunstancias

reglamentarias, el gas de ácidos nítricos difundido en micropartículas deducidas reaccionarse con los amonios atmosféricos (de procedencia natural y antropogénica) para formar partículas de nitratos de amonios. (EPA, 2016):



Sin embargo, este producto exhibe una inestabilidad termodinámica significativa debido a las altas presiones de vapor de NH_3 y HNO_3 (Warneck, 2018), y a alta temperatura ($>20\text{-}25^\circ\text{C}$) se evapora nuevamente para producir ácidos y gas nítrico. Es por ello que el nitrato de amonio es generalmente muy estacional con máximos invernales y mínimos estivales en ambientes como la Península Ibérica (Stelson et al., 2019). Como se encuentra en el caso de los sulfatos atmosféricos, el nitrato no siempre está presente como nitrato de amonio. En medios ácidos y en ambientes con altas concentraciones de Na y Ca, también se puede registrar la presencia de NaNO_3 y $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ como gránulos secundarios, formados a partir de las reacciones (Harrison y Pio, 2016):



Compuestos de C

Los compuestos de carbono incluyen muchas especies de organismos naturales y artificiales con diversas composiciones y estructuras,

siendo la característica común la presencia de C en su composición. Para su estudio se suele distinguir entre el carbono elemental (CE) y la materia orgánica (MO), y la masa de carbono total (TC) se expresa como MO total CE. Debido a su capacidad máxima para absorber la radiación emitida (Sloane et al., 2016), el carbono elemental (grafítico) a menudo se puede denominar carbono negro (BC). Esta fracción normalmente se emite directamente al aire (partículas primarias) por procesos de combustión incompleta (gas, carbón y/o fuel oil), por lo que su origen es esencialmente provocado por el ser humano. Por otro lado, los compuestos orgánicos de carbono pueden ser emitidos concisamente en la atmósfera (tanto de fuentes naturales como antropogénicas) o formados por la condensación de compuestos orgánicos volátiles (COV, también de origen natural o artificial). El término hollín se usa a veces para referirse a la suma de los principales OM EC, aunque el término no está claramente definido. (IPCC, 2016).

Las partículas primarias están compuestas principalmente por compuestos vegetales y del suelo, como esporas, polen, ácidos húmicos y fúlvicos, microorganismos y hongos (Blanchard y Syzdek, 2016). El tamaño de partícula de estas partículas es muy variable, por lo que se pueden encontrar en las partes más pequeñas o más gruesas de los aerosoles atmosféricos. La importancia de este tipo de material particulado en latitudes tropicales es muy alta, ya que son la principal fuente de P en la atmósfera, además de aportar cantidades significativas de K y Zn a estos ecosistemas. (Artaxo et al., 2014).

Por otro lado, el material particulado de carbonos primarios derivados artificialmente encontrando sus fuentes principales en la atmosfera cuando se realiza la generación de las electricidades (combustiones). Asimismo, de la misma manera se deben tener en cuenta los arbitrios de diversa fuente industrial, así como las contribuciones de transportes. En las localidades, es necesario destacar las emisiones del tráfico, especialmente de los automóviles a diésel, que favorecen las emisiones de carbono cinco veces más que los motores a gasolina (Kim y Hopke, 2016). Del mismo modo, actualmente existen incertidumbres sobre las relevancias de las cánones que hacen los motores de gasolina más antiguos a la emisión compuestas durante el arranque en frío de los motores diésel en generales, Watson et al. (2017) lograron que las emisiones de los vehículos diésel fueran dominantes. De los carbonos secundarios antropogénicos, aproximadamente del 50% se hace la vaporización de gasolina, gas licuados de petróleos y los gases de vehículos (Watson et al., 2015). Asimismo, la fabricación y manipulación de pintura y disolventes favorece al nivel.

Carbonos elementales

Hansen y Rosen (2016), el motor diésel son las principales fuentes de carbono elementales artificiales en el aire. Trabajo realizado en los Ángeles, Detroit y en zonas rurales circundante de Pensilvania han manifestado que un 93 %, 7 % y 30 a 60 μl de EC son causados por los tráficos, especialmente el motor diésel, respectivamente. Por otro lado, en otras investigaciones en Europa (Berlín) se observó que durante las 23:00 y las 17:10 incluía CE (John et al., 2015). La relación CE/CT son muy variables según la zona de estudios, ya que solo

alcanzan 0,15-0,20 en las zonas rurales (donde prevalecen el carbono orgánico) y de 0, -0,8 en las zonas urbanas (Wolff et al., 2017; Fraser et al., 2018). Los átomos EC tienen un tamaño de partícula fino, normalmente $\approx 0,1 \mu\text{m}$.

Materias orgánicas

Estas materias orgánicas hecha por el hombre se compone de una mezcla complejas del compuesto orgánico. En general, las concentraciones de MO se suelen expresarse como los contenidos de carbonos orgánicos (OC), sin embargo se ignoran las contribuciones de otros componentes como O, N y H. Para evitarse estas pérdidas de masas, las concentraciones de OC a menudo se multiplica por unos factores de 1,5 (Wolff et al., 2017) para estimarse las concentraciones de las materias orgánicas (MO). Las masas de MO pueden representar de 10 a 25% PM₁₀ y de 11 a 25% PM_{2.5} (Wolff et al., 2016). En definiciones sobre masa, la mayoría de estos átomos suelen tener un tamaño de alrededor de $1 \mu\text{m}$, si bien en los términos de los números de las partículas, el 85 % se acumulan en las fracciones $<0,1 \mu\text{m}$.

1.2.2. Contaminaciones por MP 2,5

Los materiales particulados atmosféricos se precisan como una colección de la partícula sólida y/o líquida (excepto las aguas puras) que existen en suspensiones en el aire (Mészáros, 2016). En general, la definición de aerosoles atmosféricos se usa como sinónimos de partículas atmosféricas, aunque su enunciación no es estrictas. Cabe señalar que el término partículas atmosféricas son conceptos amplios

que incluyen tanto partículas suspendidas como sedimentables (diámetros > 20 μm), las cuales se caracterizan por unos cortos tiempos de residencias atmosféricas (varios días). Los átomos atmosféricos consiguen ser emitidos por diversas variedades de fuentes naturales y artificiales. En cuanto al mecanismo de las formaciones, los átomos realizan ser emitidas como tales al aire (primaria) o producidas por la reacción química (partícula secundaria). Estas resistencias sintéticas consiguen incluirse interacciones entre antecesores gaseosos en el aire para formarse las nuevas partículas por condensaciones, o entre un gases y las partículas atmosféricas para formarse los nuevos aerosoles por adsorciones o coagulaciones (Warneck, 2016).

Debido a estas diversidades de las fuentes y variaciones, las partículas atmosféricas están formadas por unas mezclas complejas del compuesto orgánico e inorgánico con las distintas circunstanciales de capacidad de las partículas y composición química, dependiendo de las composiciones de los gases circundantes. Los niveles de átomos en el aire suele expresarse como concentraciones másica o los números de partícula por unidades de volúmenes de atmosfera ($\mu\text{g}/\text{m}^3$ o n/cm^3). Las contaminaciones del ambiente por partículas se precisa como los cambios en las estructuras naturales del ambiente debido a los ingresos de los átomos en suspensión por las procedencias naturales o por las intervenciones de los humanos (Mészáros, 2016). El proceder y posteriores separación de los átomos atmosféricos logran afectar la meteorología, ecosistema y también los organismos (Aitken, 2015). Deben implementarse

tácticas para controlarse y reducirse las emisiones de las partículas al ambiente para minimizarse los impactos en el medio ambiente y la salud, donde están serán efectivas, la emisión de los gases anteriores corresponde llevarse a cabo en semejante con las reducciones mínimas.

1.3. MARCO CONCEPTUAL.

Contaminación: Es el acto de introducir sustancias que inmediatamente o secundariamente ocasionan efectos adversos que afectan al ambiente y seres vivos.

Contaminante: Son sustancias que contaminan el ecosistema y poniendo en peligro la salud y la vida de los seres vivos.

Contaminante natural: Es el contaminante que resulta de la actividad normal de la tierra, tales como la actividad volcánica, las emisiones de los pantanos, las tormentas eléctricas, etc.

Contaminante primario: Contaminante de la atmósfera emitido directamente por una fuente.

Contaminante secundario: son contaminante que resultan de la interacción de las sustancias químicas que conforman los contaminantes primarios y que producen nuevos contaminantes.

Contaminantes antropogénicos: Son acciones producidas por el human en procesos diferentes.

Control ambiental: Son normas y leyes que se dictan para evitar la contaminación del ambiente y evitar su deterioro en cuanto al bienestar de los seres vivos.

Emisión: Es la transferencia o descarga de sustancias contaminantes del aire, agua o suelo, desde una fuente natural o antropocéntrica.

Impacto ambiental: Son los cambios positivos o negativos, que resulte en el ambiente como derivación indirecta de actividades antropológicas capaces de producirse cambios que perturben la salud, la producción de patrimonios naturales y también el proceso ecológico esencial.

CAPÍTULO II

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

2.1. SITUACIÓN PROBLEMÁTICA.

La operación de chancado es sin duda una de las que mayor contaminación por sílice produce en la industria minera, ya que las chancadoras primarias, secundarias y terciarias, al momento de chancar producen gran cantidad de polvo el mismo que es arrastrado por el viento y afecta no solo el área donde se instalan, sino también zonas aledañas, poblados donde las personas que allí viven sufren de silicosis y otras enfermedades alérgicas. Por otro lado el polvo se deposita sobre los materiales y las hojas de las plantas, causando en estas últimas serios problemas fisiológicos retardando su crecimiento y disminuyendo su productividad.

Parte del polvo, el de menor diámetro, de 0,25 micras, permanece suspendido en el aire, formando parte del smog y en él se depositan sustancias altamente peligrosas como los compuestos orgánicos volátiles y los hidrocarburos aromáticos policíclicos de acentuado carácter cancerígeno.

Las partículas de materia respirables que se acumulan en el aire de los concentrados vegetales se clasifican según su tamaño en PM10 (partículas con diámetros aerodinámicos iguales o inferiores a 10 μm o 10 micrómetro) y fracciones, las más pequeñas que pueden respirar, PM 2,5. Los materiales particulados MP2,5 inciden fundamentalmente en enfermedades de tipo respiratorio, entre las cuales está la bronquitis pero actualmente se sabe que estas partículas son causantes de muchas otras dolencias de tipo alérgicas como el asma, además podrían generar en las personas enfermedades crónicas, cáncer a los pulmones, tuberculosis, y ciertas enfermedades que afectan al sistema cardiovascular.

Las partículas PM 2,5, debido a su ínfimo tamaño quedan suspendidas en el aire y son transportadas por el viento a cientos de kilómetros de su origen, conforman parte del aire que nos rodea e ingresan constantemente a los pulmones, por lo que son de suma importancia su mitigación, pues no solo afectan la salud de las personas, sino además causan severos problemas ambientales, que afectan al agua, al aire y a los suelos, más aun cuando estas partículas provienen de la actividad minera que trabaja con sulfuros; y metales pesados a gran escala.

2.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.

2.2.1. Problema general.

¿El material particulado 2,5 emitido por las plantas hidrometalúrgicas influye en el nivel de contaminación atmosférica en el distrito de Vista Alegre de Nasca?

2.2.2. Problemas específicos.

- a. ¿Qué cantidad de material particulado 2,5 se genera en las plantas hidrometalúrgicas que operan en el distrito de Vista Alegre de Nasca?
- b. ¿Cuál es el nivel de contaminación atmosférica por material particulado 2,5 en el distrito de Vista Alegre de Nasca?
- c. ¿Cómo afecta el material particulado 2,5 al medio ambiente de las zonas aledañas a las plantas hidrometalúrgicas?

2.3. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACIÓN.

2.3.1. Justificación.

Teóricamente la presente investigación se justifica en tanto plantea la necesidad de establecer criterios teóricos que permitan establecer el mecanismo de contaminación del material particulado 2,5. Así mismo en la investigación se expondrá de manera detallada el proceso experimental seguido para

cuantificar la concentración del MP2,5 en la atmósfera del cercado de Vista Alegre y las zonas próximas a las plantas de beneficio que operan en esta zona.

2.3.2. Importancia.

Esta investigación es importante porque radican en que favorecerá a la población del distrito de Vista Alegre, se pretende es cuidar la salud, ya que conociéndose los efectos de la contaminación se pueden llevarse a realizar las acciones que permitan mitigar estos efectos y disminuir los costos de los tratamientos médicos a las enfermedades producidas por el material particulado.

2.4. OBJETIVOS.

2.4.1. Objetivo general.

Determinar la influencia del material particulado 2,5 emitido por las plantas hidrometalúrgicas, en el nivel de contaminación atmosférica en el distrito de Vista Alegre de Nasca.

2.4.2. Objetivos específicos.

- a. Determinar la cantidad de material particulado 2,5 que se genera en las plantas hidrometalúrgicas que operan en el distrito de Vista Alegre de Nasca.
- b. Determinar el nivel de contaminación atmosférica por material particulado 2,5 en el distrito de Vista Alegre de Nasca.
- c. Determinar cómo afecta el material particulado 2,5 al medio ambiente de las zonas aledañas a las plantas hidrometalúrgicas.

2.5. HIPÓTESIS.

2.5.1. Hipótesis general.

El material particulado 2,5 emitido por las plantas hidrometalúrgicas influye directa y significativamente en el nivel de contaminación atmosférica en el distrito de Vista Alegre de Nasca.

2.5.2. Hipótesis específicas.

- a. La cantidad de material particulado 2,5 se genera en las plantas hidrometalúrgicas que operan en el distrito de Vista Alegre de Nasca, es significativa.

- b. El nivel de contaminación atmosférica por material particulado 2,5 en el distrito de Vista Alegre de Nasca, es alto.
- c. El material particulado 2,5 afecta al medio ambiente de las zonas aledañas a las plantas hidrometalúrgicas, contaminando el aire, el agua y los suelos.

2.6. VARIABLES DE LA INVESTIGACIÓN.

a) Identificación de variables.

Variable independiente.

Material particulado 2,5.

Variable dependiente.

Nivel de contaminación atmosférica

b) Operacionalización de las variables.

VARIABLES	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES
V. Independiente. Material particulado	Es el polvo que se genera en las chancadoras cuyas partículas tienen un diámetro de 2,5 micrómetros.	1. Química. 2. Física. 3. Cuantitativa	1. Composiciones químicas de los materiales particulados. 2. Características físicas del material particulado. 3. Cantidad de material particulado
V. Dependiente: Niveles de contaminación atmosféricas.	Cantidades de los materiales particulados que se hallan en la atmósfera en las zonas afectadas.	1. Cualitativa 2. Cuantitativa 3. Ambiental	1.1. Tipo de contaminante. 2.1. Cantidad de contaminante 3.1. Impacto ambiental del MP2,5

CAPÍTULO III

METODOLOGIA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. TIPO, NIVEL Y DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN.

Tipo de investigación: Aplicada.

Esta investigación es aplicada ya que al decir de Egg "Se trata de una investigación que se caracteriza por su interés en la aplicación, utilización y consecuencias prácticas de los conocimientos" (Ander-Egg, 1987). Se emplean los conocimientos de cuantificación del material particulado 2,5 para establecer el grado de contaminación atmosférica por dicho contaminante.

Nivel: Explicativa.

En esta tesis no solo se describen los acontecimientos y variables de estudio, sino que además se explica la causa y se llegan mediante análisis a resultados concretos sobre la contaminación ambiental por material particulado 2,5.

Diseño: Experimental.

Esta investigación es de diseño experimental puro con grupo de control sólo después o post test cuyo esquema es el siguiente:

E A X O1

C A O2

Donde:

A Sujeto (aleatoriamente)

X Experimento

O1 Observaciones post test

O2 Observaciones post test.

E Grupo experimental.

C Grupo control.

3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA.

3.2.1. Población.

Está conformada por los materiales particulados los que se generan en plantas hidrometalúrgicas del sur del Perú diversas.

3.2.2. Muestra:

Está conformada por el material particulado que se encuentran en la Planta Santa Ana de Vista Alegre- Nasca y se distribuye por toda la zona aledaña del distrito.

CAPÍTULO IV

TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN

4.1. TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.

Las técnicas a empleadas fueron: las marchas analíticas para determinar la cantidad de materia material particulado 2,5 que se deposita a diferente distancia del punto de origen a fin de establecer el grado de las contaminaciones de las áreas de influencias.

4.2. INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.

Los instrumentos fueron, los análisis de laboratorio y las corridas experimentales para verificar los valores de los datos obtenidos.

4.3. TÉCNICAS DE PROCESAMIENTO, ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS.

Se procesaron los datos de medidas de tendencia central: Media, Mediana Moda desviación estándar. Así mismo el estadístico usado para esta prueba está dado por: Chi cuadrado y la relación fue cuantificada mediante el coeficiente de Correlación de Pearson.

CAPÍTULO V

CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS

5.1. CONTRATACIÓN DE LA HIPÓTESIS PRINCIPAL.

La hipótesis principal de esta investigación es: “El material particulado 2,5 emitido por las plantas hidrometalúrgicas influye directa y significativamente en el nivel de contaminación atmosférica en el distrito de Vista Alegre de Nasca”; según los datos obtenidos de los análisis de las muestras del aire en las distintas zonas del distrito de Vista Alegre se ha comprobado que el diámetro de los materiales particulados sean iguales o menores a 2,5 micrómetros diseminados en diversos sectores del distrito de Vista Alegre, valida nuestra hipótesis y confirma que la contaminación por estos tipos de polvos es elevadas.

Aplicando los procedimientos estadísticos de la correlación de Pearson para ambas variables, se observa una alta correlación de 0,812 al nivel de error de 0,01 entre los materiales particulados 2,5 y contaminación ambiental, lo que quiere decir que hay un 81,2% de correlación entre ambas variables.

TABLA 5.1

CORRELACIÓN ENTRE MATERIAL PARTICULADO 2,5 (MP2,5) Y
EL NIVEL DE CONTAMINACIÓN (NC)

		MP	NC
MP	Correlación de Pearson	1	0,812
	Sig. (Bilateral)		0,001
	N	25	25
NC	Correlación de Pearson	0,812	1
	Sig. (Bilateral)	0,001	
	N	25	25

P** es altamente Significativa al nivel 0,01

5.2. COMPROBACIÓN DE LAS HIPÓTESIS ESTADÍSTICAS.

a. Validación de la Hipótesis Específica N° 1

Ho: $u_x = u_y$

La cantidad de material particulado 2,5 que se genera en las plantas hidrometalúrgicas que operan en el distrito de Vista Alegre de Nasca, no es significativa.

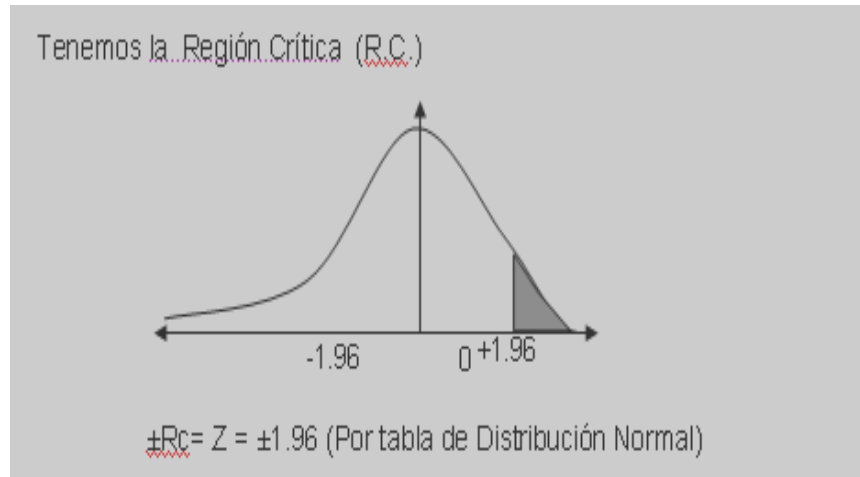
H1: $u_x > u$

La cantidad de material particulado 2,5 que se genera en las plantas hidrometalúrgicas que operan en el distrito de Vista Alegre de Nasca, es significativa.

Estadísticos de los grupos

		Media	N	Desviación típ.	Error tip. De la media
Par 1	Cantidad no significativa	3.31765	25	3,24563	.19462
	Cantidad significativa	3.12111	25	3.17383	.13417

Cantidad no significativa y cantidad significativa	Diferencias pareadas					Z	Siig. (Bilateral)
	Media	Desviación tip.	Error tip. De la media	97,5% intervalo de confianza para la diferencia			
				Superior	Inferior		
	3.21938	0.0718	.006045	1.42376	1.23864	2,2456	.000



Como el valor de Z está fuera de la región de aceptación, entonces se rechaza la hipótesis nula, lo que quiere decir que las cantidades de materiales particulados 2,5 que se genera en las plantas hidrometalúrgicas que operan del distrito de Vista Alegre de Nasca, es significativa.

b. Validación de las Hipótesis específica N° 2

Ho: $\mu_x = \mu_y$

El nivel de contaminación atmosférica por material particulado 2,5 en el distrito de Vista Alegre de Nasca, no es alto.

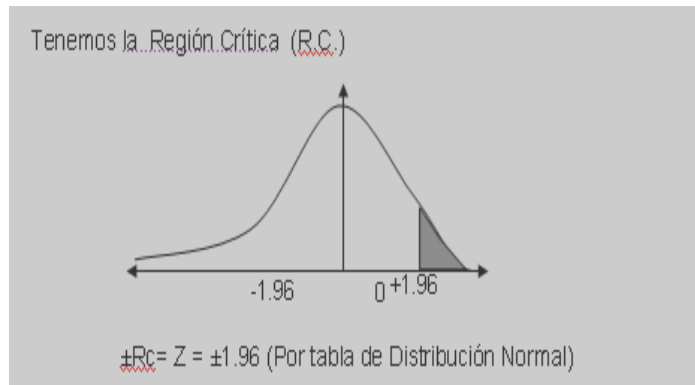
H1: $\mu_x > \mu_y$

El nivel de contaminación atmosférica por material particulado 2,5 en el distrito de Vista Alegre de Nasca, es alto.

Estadísticos de los grupos

		Media	N	Desviación típ.	Error tip. De la media
Par 1	Nivel de contaminación no alto	3,32253	25	1,87365	.35628
	Nivel de contaminación alto	2.42746	25	1.26148	.212253

Nivel de contaminación no alto y nivel de contaminación alto.	Diferencias pareadas					Z	Sig. (Bilateral)
	Media	Desviación típ.	Error tip. De la media	97,5% intervalo de confianza para la diferencia			
				Superior	Inferior		
	2.87499	.61217	.14402	1.18567	.18452	2,2561	.000



Las pruebas estadísticas demuestran que para este caso z es un valor superior a $+1,96$, por lo que se encuentra fuera de la región de aceptación, motivo por el cual se rechaza la hipótesis negativa y se acepta que el niveles de las contaminaciones del aire por materiales particulado 2,5 en el distrito de Vista Alegre de Nasca, es alto.

c. Validación de las Hipótesis específica N° 3

$H_0: u_x = u_y$

El material particulado 2,5 no afecta la salud de los pobladores de los centros poblados cercanos a las plantas hidrometalúrgicas, no ocasionándole una serie de dolencias.

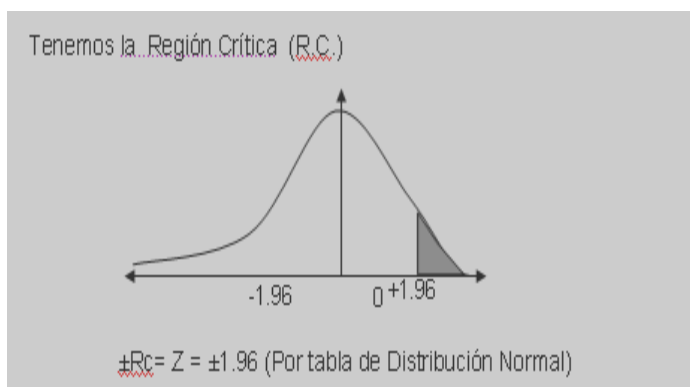
$H_1: u_x > u$

El material particulado 2,5 afecta la salud de los pobladores de los centros poblados cercanos a las plantas hidrometalúrgicas, ocasionándole una serie de dolencias.

Estadísticos de los grupos

		Media	N	Desviación típ.	Error tip. De la media
Par 1	El material particulado 2,5 no afecta la salud de los pobladores	2.87375	25	1,63258	.26583
	El material particulado 2,5 afecta la salud de los pobladores	1.17361	25	1.25147	.13152

El material particulado 2,5 no afecta la salud de los pobladores y El material particulado 2,5 afecta la salud de los pobladores	Diferencias pareadas					Z	Sig. (Bilateral)
	Media	Desviación tip.	Error tip. De la media	97,5% intervalo de confianza para la diferencia			
				Superior	Inferior		
	2.02368	.38111	.38111	1.25732	.14577	2,3483	.000



Las pruebas estadísticas demuestran que para este caso z es un valor superior a $+1,96$, por lo que se encuentra fuera de la región de aceptación, motivo por el cual se rechaza la hipótesis nula y se acepta que el material particulado 2,5 afecta la salud de los pobladores de los centros poblados cercanos a las plantas hidrometalúrgicas, ocasionándole una serie de dolencias.

CAPITULO VI

PRESENTACIÓN, INTERPRETACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

6.1. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

6.1.1. Generalidades.

El distrito de Vista Alegre de la Provincia de Nasca, región Ica, en su división administrativa cuenta con cuatro pueblos jóvenes; y además cuenta con varios caseríos: Catahuari, Chauchilla Alta, Copara, Crucero, Cueva Chaqui, El Inca, Guanillo, La isla, La joya, Lindero, Llicua Alto, Los Robles, Majorito, Pajaris, Pajonal Alto, Pampa de Chauchilla, Poroma, Quemazón, San Carlos, San Felipe, San Luis de Pajonal, Santa Bertha, Santa Luisa, Taruga, Toclla, Totoral, Trancas alta y Trancas bajas.

Para realizar los ensayos se tomaron muestras de polvo en un equipo que consta de un embudo Buchner acoplado a un kitazato el cual va conectado a bombas de vacíos, las cuales funcionan por un período de 5 horas en horas de la tarde, en las cuales el viento es más intenso en todo el distrito.

Se tuvo cuidado de tomar las muestras en los lugares más céntricos de los centros poblados seleccionados por su cercanía a las floras en beneficio (16 en total), la cual para cada caso se

ha considerado como una muestra representativa. Al igual que a la muestra de polvo tomada en el interior de la planta Victoria, las otras muestras también fueron analizadas para determinar presencia de sulfuros y metales pesados como cobre, hierro y plomo; con la finalidad de implantar nexos entre los polvos analizados y las moliendas del mineral en la planta hidrometalúrgica.

6.1.2. Resultados obtenidos.

TABLA 6.1
CONCENTRACIÓN DE MATERIAL PARTICULADO 2,5 EN EL AIRE
DE LOS CENTROS POBLADOS DEL DISTRITO DE VISTA ALEGRE
NASCA
(Fecha de muestreo y análisis mayo 2019)

Nº	Centro Poblado	Concentración MP2,5 µg/m3
01	El porvenir	126
02	Nueva Unión	109
03	Nueva Villa	113
04	Nuevo Vista Alegre	105
05	Catahuari	103
06	Chauchilla Alta	117
07	Copara	131
08	Crucero	116
09	Guanillo	142
10	Pajonal Alto	127
11	Pampa Chauchilla	145
12	Poroma	136
13	San Luís de Pajonal	129
14	Taruga	130
15	Trancas Alta	142
16	Trancas Baja	133

Fuente: Datos experimentales.

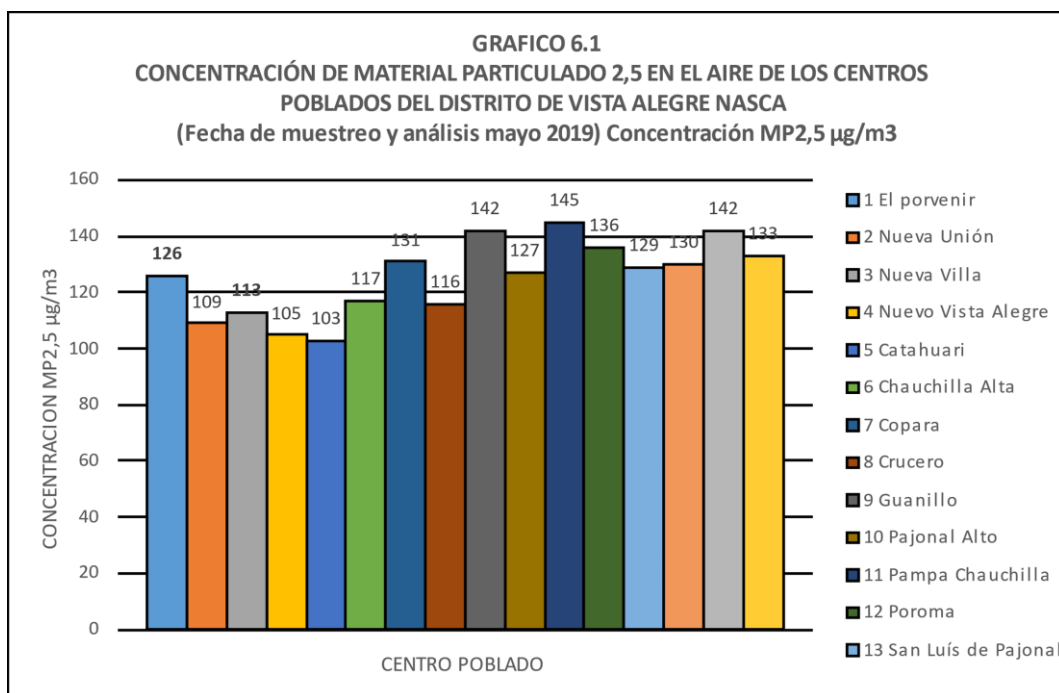


TABLA 6.2
CONCENTRACIÓN DE MATERIAL PARTICULADO 2,5 EN EL AIRE DE LOS CENTROS POBLADOS DEL DISTRITO DE VISTA ALEGRE NASCA
 (Fecha de muestreo y análisis junio 2019)

Nº	Centro Poblado	Concentración MP2,5 µg/m ³
01	El porvenir	114
02	Nueva Unión	121
03	Nueva Villa	118
04	Nuevo Vista Alegre	99
05	Catahuari	140
06	Chauchilla Alta	109
07	Copara	122
08	Crucero	127
09	Guanillo	115
10	Pajonal Alto	108
11	Pampa Chauchilla	123
12	Poroma	118
13	San Luis de Pajonal	112
14	Taruga	121
15	Trancas Alta	126
16	Trancas Baja	117

Fuente: Datos experimentales.

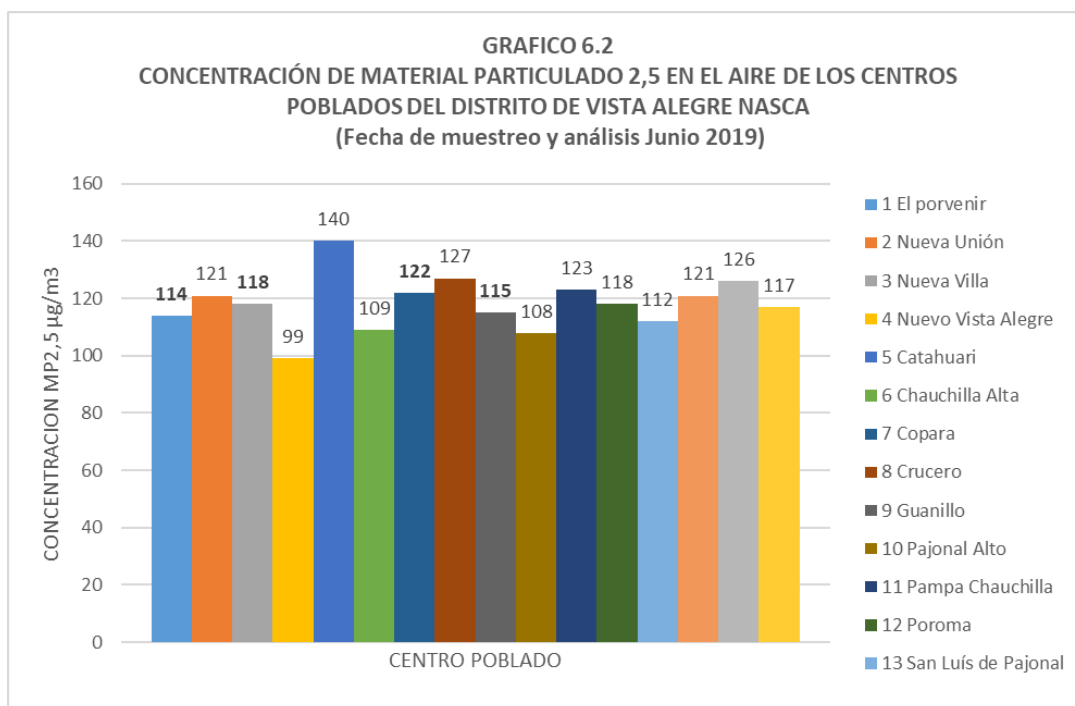


TABLA 6.3
CONCENTRACIÓN DE MATERIAL PARTICULADO 2,5 EN EL AIRE DE LOS CENTROS POBLADOS DEL DISTRITO DE VISTA ALEGRE NASCA
 (Fecha de muestreo y análisis julio 2019)

Nº	Centro Poblado	Concentración MP2,5 µg/m3
01	El porvenir	116
02	Nueva Unión	103
03	Nueva Villa	139
04	Nuevo Vista Alegre	107
05	Catahuari	114
06	Chauchilla Alta	115
07	Copara	104
08	Crucero	119
09	Guanillo	105
10	Pajonal Alto	112
11	Pampa Chauchilla	117
12	Poroma	121
13	San Luís de Pajonal	124
14	Taruga	105
15	Trancas Alta	113
16	Trancas Baja	106

Fuente: Datos experimentales.

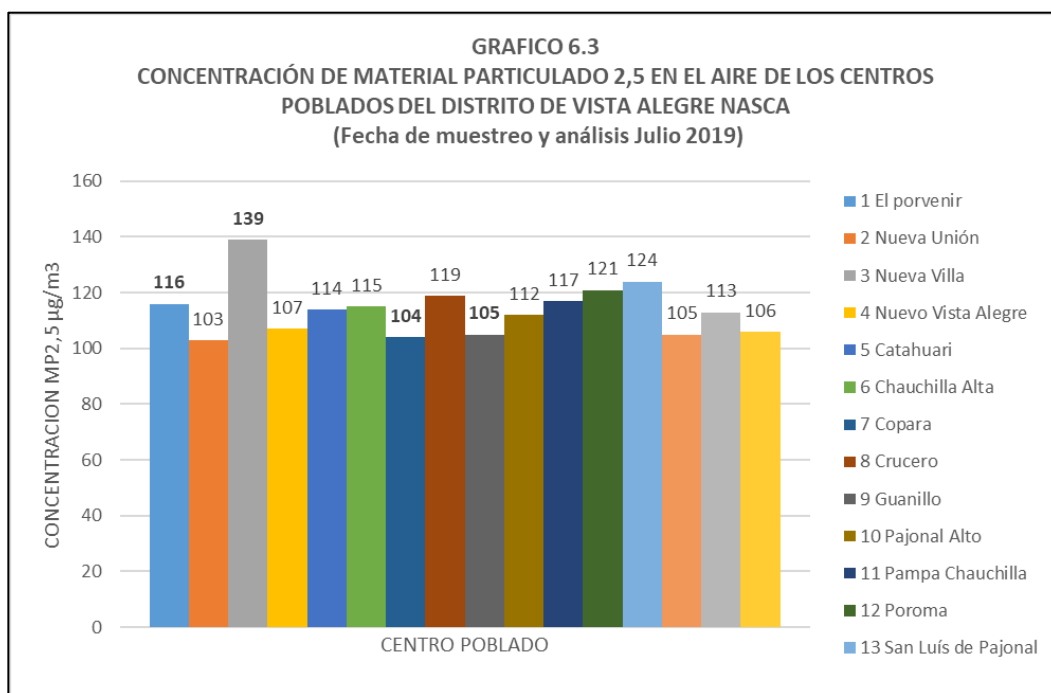


TABLA 6.4
CONCENTRACIÓN DE MATERIAL PARTICULADO 2,5 EN EL AIRE DE LOS CENTROS POBLADOS DEL DISTRITO DE VISTA ALEGRE NASCA
 (Fecha de muestreo y análisis agosto 2019)

Nº	Centro Poblado	Concentración MP2,5 µg/m3
01	El porvenir	125
02	Nueva Unión	128
03	Nueva Villa	107
04	Nuevo Vista Alegre	114
05	Catahuari	130
06	Chauchilla Alta	111
07	Copara	123
08	Crucero	140
09	Guanillo	117
10	Pajonal Alto	101
11	Pampa Chauchilla	124
12	Poroma	115
13	San Luís de Pajonal	112
14	Taruga	123
15	Trancas Alta	119
16	Trancas Baja	125

Fuente: Datos experimentales.

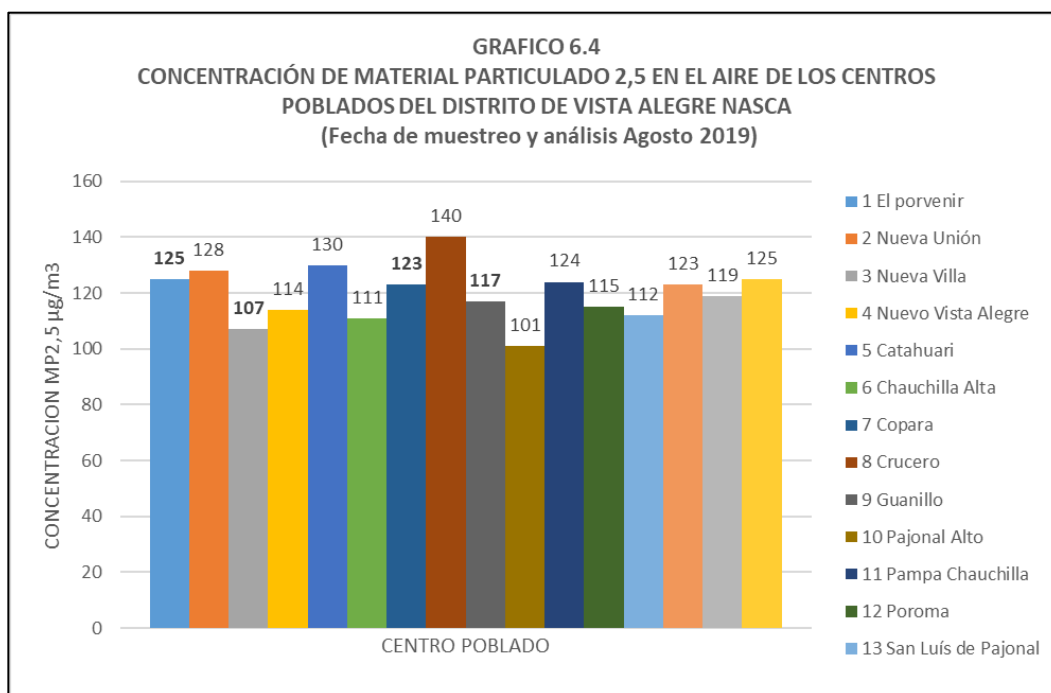


TABLA 6.5
CONCENTRACIÓN DE MATERIAL PARTICULADO 2,5 EN EL AIRE
DE LOS CENTROS POBLADOS DEL DISTRITO DE VISTA ALEGRE
NASCA
(Fecha de muestreo y análisis setiembre 2019)

Nº	Centro Poblado	Concentración MP2,5 µg/m3
01	El porvenir	108
02	Nueva Unión	114
03	Nueva Villa	127
04	Nuevo Vista Alegre	101
05	Catahuari	121
06	Chauchilla Alta	116
07	Copara	117
08	Crucero	124
09	Guanillo	112
10	Pajonal Alto	116
11	Pampa Chauchilla	125
12	Poroma	131
13	San Luís de Pajonal	124
14	Taruga	113
15	Trancas Alta	102
16	Trancas Baja	128

Fuente: Datos experimentales.

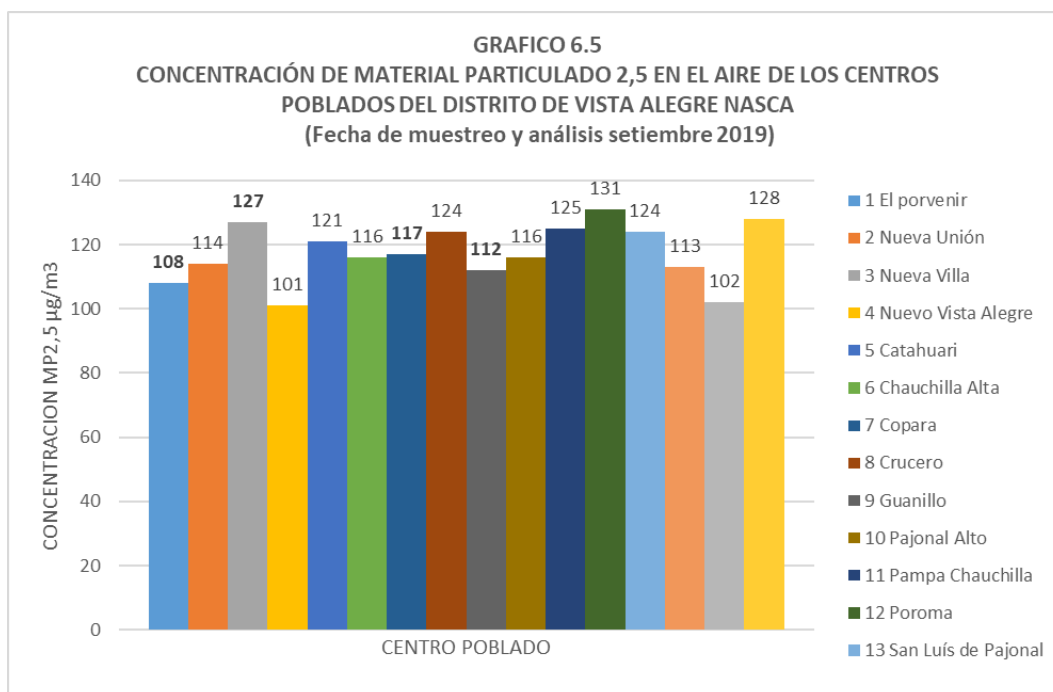


TABLA 6.6
COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL MATERIAL PARTICULADO 2,5
EN EL ÁREA DE LA CHANCADORA

COMPONENTE	CONCENTRACIÓN, ppm
Sulfuro (S ²⁻)	12
Azufre (S)	7
Plomo (Pb)	0,9
Hierro (Fe)	1,5
Cobre (Cu)	2,3

Fuente: Datos experimentales.

La tabla 6.6 muestra los resultados del análisis químico cuantitativo hecho al Material Particulado 2,5, que se captó en el área de la chancadoras, como se observa, el reporte indica que hay sulfuros, azufre, plomo hierro y cobre, de los cuales el hierro, cobre y sulfuros son los componentes mayoritarios.

TABLA 6.7
 RESULTADO DE ENSAYOS CUALITATIVOS REALIZADOS AL
 MP2,5 DE LOS CENTROS POBLADOS DEL DISTRITO DE VISTA
 ALEGRE NASCA

(Fecha de muestreo y análisis mayo 2019)

Nº	Centro Poblado	S ²⁻	S	Pb	Fe	Cu
01	El porvenir	+	+	+	+	+
02	Nueva Unión	+	+	-	+	+
03	Nueva Villa	+	+	-	+	+
04	Nuevo Vista Alegre	+	+	+	+	+
05	Catahuari	+	+	+	+	+
06	Chauchilla Alta	+	+	-	+	+
07	Copara	+	+	-	+	+
08	Crucero	+	+	+	+	+
09	Guanillo	+	+	-	+	+
10	Pajonal Alto	+	+	-	+	+
11	Pampa Chauchilla	+	+	-	+	+
12	Poroma	+	+	-	+	+
13	San Luís de Pajonal	+	+	-	+	+
14	Taruga	+	+	-	+	+
15	Trancas Alta	+	+	+	+	+
16	Trancas Baja	+	+	-	+	+

Fuente: Datos experimentales.

La tabla 6.7 muestra las derivaciones de los análisis cualitativos realizados sobre los materiales particulado 2,5, de los centros poblados del distrito de Vista Alegre, durante el período mayo del 2019, en el cual se reporta apariencias de los sulfuros, azufres, hierros, cobres y plomos, este último en unos totales de 05 muestras.

TABLA 6.8
 RESULTADO DE ENSAYOS CUALITATIVOS REALIZADOS AL
 MP2,5 DE LOS CENTROS POBLADOS DEL DISTRITO DE VISTA
 ALEGRE NASCA

(Fecha de muestreo y análisis junio 2019)

Nº	Centro Poblado	S ²⁻	S	Pb	Fe	Cu
01	El porvenir	+	+	-	+	+
02	Nueva Unión	+	+	-	+	+
03	Nueva Villa	+	+	-	+	+
04	Nuevo Vista Alegre	+	+	+	+	+
05	Catahuari	+	+	-	+	+
06	Chauchilla Alta	+	+	-	+	+
07	Copara	+	+	-	+	+
08	Crucero	+	+	-	+	+
09	Guanillo	+	+	-	+	+
10	Pajonal Alto	+	+	-	+	+
11	Pampa Chauchilla	+	+	-	+	+
12	Poroma	+	+	+	+	+
13	San Luís de Pajonal	+	+	-	+	+
14	Taruga	+	+	-	+	+
15	Trancas Alta	+	+	+	+	+
16	Trancas Baja	+	+	-	+	+

Fuente: Datos experimentales.

La tabla 6.8 se realizó unos análisis cualitativos sobre el material particulado 2,5, de los Centros poblados del distrito de Vista Alegre en el mes de junio del 2019, en el cual se reporta presencia de sulfuros, azufre, hierro, cobre y plomo solo de 03 en la muestra.

TABLA 6.9
 RESULTADO DE ENSAYOS CUALITATIVOS REALIZADOS AL
 MP2,5 DE LOS CENTROS POBLADOS DEL DISTRITO DE VISTA
 ALEGRE NASCA

(Fecha de muestreo y análisis julio 2019)

Nº	Centro Poblado	S ²⁻	S	Pb	Fe	Cu
01	El porvenir	+	+	+	+	+
02	Nueva Unión	+	+	-	+	+
03	Nueva Villa	+	+	+	+	+
04	Nuevo Vista Alegre	+	+	-	+	+
05	Catahuari	+	+	-	+	+
06	Chauchilla Alta	+	+	-	+	+
07	Copara	+	+	-	+	+
08	Crucero	+	+	-	+	+
09	Guanillo	+	+	-	+	+
10	Pajonal Alto	+	+	-	+	+
11	Pampa Chauchilla	+	+	-	+	+
12	Poroma	+	+	-	+	+
13	San Luís de Pajonal	+	+	-	+	+
14	Taruga	+	+	-	+	+
15	Trancas Alta	+	+	+	+	+
16	Trancas Baja	+	+	+	+	+

Fuente: Datos experimentales.

La tabla 6.9 muestran las derivaciones de los análisis cualitativos ejecutados a los materiales particulado 2,5, de los Centros poblados del distrito de Vista Alegre en el mes de julio del 2019, donde se reportan presencia de sulfuros, azufre, hierro, cobre y plomo; este último metal pesado se encontró solo en cuatro muestras, de las 16 tomadas.

TABLA 6.10
 RESULTADO DE ENSAYOS CUALITATIVOS REALIZADOS AL
 MP2,5 DE LOS CENTROS POBLADOS DEL DISTRITO DE VISTA
 ALEGRE NASCA

(Fecha de muestreo y análisis agosto 2019)

Nº	Centro Poblado	S ²⁻	S	Pb	Fe	Cu
01	El porvenir	+	+	-	+	+
02	Nueva Unión	+	+	-	+	+
03	Nueva Villa	+	+	+	+	+
04	Nuevo Vista Alegre	+	+	-	+	+
05	Catahuari	+	+	-	+	+
06	Chauchilla Alta	+	+	-	+	+
07	Copara	+	+	-	+	+
08	Crucero	+	+	-	+	+
09	Guanillo	+	+	-	+	+
10	Pajonal Alto	+	+	-	+	+
11	Pampa Chauchilla	+	+	-	+	+
12	Poroma	+	+	-	+	+
13	San Luís de Pajonal	+	+	-	+	+
14	Taruga	+	+	+	+	+
15	Trancas Alta	+	+	+	+	+
16	Trancas Baja	+	+	-	+	+

Fuente: Datos experimentales.

La tabla 6.10 se muestran las consecuencias del análisis realizado cualitativamente en el material particulado 2,5, de los Centros poblados del distrito de Vista Alegre en el mes de agosto del 2019, en el cual se reporta presencia de sulfuros, azufre, hierro, cobre en todas las muestras analizadas y además plomo en 03 de ellos.

TABLA 6.11
 RESULTADO DE ENSAYOS CUALITATIVOS REALIZADOS AL
 MP2,5 DE LOS CENTROS POBLADOS DEL DISTRITO DE VISTA
 ALEGRE NASCA

(Fecha de muestreo y análisis setiembre 2019)

Nº	Centro Poblado	S ²⁻	S	Pb	Fe	Cu
01	El porvenir	+	+	+	+	+
02	Nueva Unión	+	+	-	+	+
03	Nueva Villa	+	+	+	+	+
04	Nuevo Vista Alegre	+	+	-	+	+
05	Catahuari	+	+	-	+	+
06	Chauchilla Alta	+	+	+	+	+
07	Copara	+	+	-	+	+
08	Crucero	+	+	+	+	+
09	Guanillo	+	+	-	+	+
10	Pajonal Alto	+	+	-	+	+
11	Pampa Chauchilla	+	+	-	+	+
12	Poroma	+	+	-	+	+
13	San Luís de Pajonal	+	+	-	+	+
14	Taruga	+	+	-	+	+
15	Trancas Alta	+	+	-	+	+
16	Trancas Baja	+	+	-	+	+

Fuente: Datos experimentales.

La tabla 6.11 muestra los resultados del análisis cualitativo realizado al material particulado 2,5, de los Centros poblados del distrito de Vista Alegre en el mes de setiembre del 2019, en el cual se reporta presencia de sulfuros, azufre, hierro, cobre en todas las muestras analizadas, el plomo solo es identificado en cuatro de las muestras analizadas.

6.2. DISCUSIÓN DE RESULTADOS.

El material particulado de 2,5 μm , que se genera en el área de chancado de las plantas hidrometalúrgicas que procesan minerales sulfurados, y luego es diseminado por el viento a través de varios kilómetros, es sin dudas uno de los contaminantes más peligrosos de la actividad minera y que no se le ha dado la importancia debida, a pesar de que contamina no solo la atmósfera, sino además los suelos y el agua, e influye negativamente sobre los materiales y la salud de los seres vivos que conforman el ecosistema donde pulula. El potencial de este tipo de material particulado para causar contaminación se debe a su capacidad de reaccionar (o disolverse) en la humedad del aire (vapor de agua atmosférico) y luego convertirlo en ácido sulfúrico, por oxidación, se oxida con el oxígeno en el aire, al ácido sulfúrico, que es un fuerte agente oxidante e incluso contribuye a la lluvia ácida. En el estudio de prueba desarrollado, hemos podido notar que este material se incrementa particularmente en el área del chancado del centro de planta hidrometalúrgicas, son trasladados hacia el centro poblado del distrito de Vista Alegre - Provincia de Nasca, depósitos sobre ellos y las zona de cultivos. Informes de laboratorios muestran que las concentraciones de los sulfuros y metales pesados en estos polvos respirables son superiores a 100 microgramos por m^3 de viento en cada aldea del distrito y las composiciones

químicas son similares a las encontradas en la zona de trituración donde se ha verificado por prueba cualitativa.

La concentración de este polvo, reportada en las pruebas experimentales superan los límites máximos permitidos, estipulados por diversas normas en distintos países, los mismos que consideran un valor de 65 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ como tope para este tipo de contaminante.

CONCLUSIONES

Al término de nuestra investigación se concluye en lo siguiente

1. La emisión de material particulado 2,5 desde el área de chancado de las plantas hidrometalúrgicas, influye en el nivel de contaminación atmosférica del distrito de Vista Alegre de Nasca, lo cual ha sido corroborado mediante ensayos cualitativos en los que se reporta presencia de sulfuros, azufre, plomo, hierro y cobre, componentes de los minerales sulfurados.
2. La cantidad de materiales particulado respirables (MP2,5) Supera los límites máximos permitidos por las totalidades de normas internacionales e incluso la nacional, llegando hasta los 145 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Siendo lo máximo permitido por la norma peruana de 65 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.
3. Los resultados del estudio experimental indican que el nivel de contaminación atmosférica por material particulado 2,5 en el distrito de Vista Alegre de Nasca es muy alto.
4. El material particulado 2,5 afecta tanto al agua a los suelos así como a la atmósfera de las zonas aledañas a las plantas hidrometalúrgicas.

RECOMENDACIONES

1. Se recomienda hacer estudios sobre la contaminación por MP2,5 en aguas superficiales y subterráneas a fin de establecer criterios para la estabilización de estas, eliminando su presencia mediante métodos adecuados.
2. Se recomienda realizar un estudio que técnicos que permitan plantear una solución a la diseminación del MP2,5 desde las plantas hidrometalúrgicas a fin de evitar la contaminación del medio ambiente.
3. Se recomienda dar a conocer a las autoridades ambientales las derivaciones conseguidas en este trabajo con finalidad que tomen algunas medidas correctivas, que obliguen a las plantas hidrometalúrgicas, a implementarse una producción limpia.

BIBLIOGRAFIA

- Bethea, R (2015) Control tecnológico de la contaminación atmosférica. New York. Van Norstrand Reinheld Company.
- Cavallasi, M. (2016) *Contaminación atmosférica en Bogotá: situación actual y recomendaciones para su monitoreo*: Bogotá. Cámara de Comercio.
- Comisión Económica para América Latina y el Caribe. Apuntes sobre contaminación atmosférica: presentación de casos y datos de algunos países seleccionados: Santiago de Chile. CEPAL.
- Corporación Autónoma Regional Boyacá (2018) *Informe General Red de Monitoreo de la calidad del aire del corredor industrial del Alto Chicamocha*. Corpoboyacá. Tunja.
- Dix, H. (2015) Contaminación ambiental del aire, agua y suelo. Chichester. England: John Wiley.
- De Nevers, N. (2015) Ingeniería del control ambiental. New York: McGraw-Hill.
- Gamboa, A. (2017) Caracterización y análisis de la contaminación atmosférica generada en una planta de tratamientos. Santafé de Bogotá: Uniandes.
- Goldberg, E. (2015) Carbón activado y contaminación ambiental. New York: Jon Wiley & sons
- Hemond, H. (2014) Contaminantes químicos y su dispersion en la atmósfera. London. Academic Press.

- Hesketh, H. (2016) *Partículas respirables en el aire. Second Edition.*
Michigan: Lewis Publishers Inc.
- Hesketh, H. (2015) *Control de la contaminación del aire.* Michigan:
Aannarbor Science Publishers Inc.
- Jiménez, R. et al. (2016) *A pilot experience on the establishment of an
air quality management system in the Valley of Sogamoso,
Colombia.* Suiza: EPFL, Lausanne.
- Mariño, N. et al. (2015) *Identificación y Evaluación de la calidad del aire
por fuentes fijas en la competencia de Corpoboyacá.*
Tunja:CORPOBOYACÁ.
- Ministerio de obras públicas, transportes y medio Ambiente. (2014)
Cuaderno de Contaminación Atmosférica. Colombia. Raycar,
S.A.
- Montealegre, L. (2017) *Afecciones respiratorias y contaminación del
aire en Santa fé de Bogotá - una aplicación de la regresión Lave-
Seskin Uniandes, Bogotá:* Editorial Oveja Nueva.
- Onursal, B. (2017) *Contaminación atmosférica por vehículos
automotores: experiencias recogidas en siete centros urbanos
de América Latina.* Washington, D.C. Banco Mundial.
- Purvis, C. et al (2017) *Material particulado fino y las partículas
biológicas de la atmósfera.* Washington D.C: Environmental
Science and Technology.
- Ross, R. (2016) *La industria y la contaminación del aire. México:*
Editorial Diana.

- Sánchez, E. et al. (2014) *Contaminación Industrial en Colombia*.
Colombia: Tercer Mundo Editores.
- Schneider, T. (2018) *Air Pollution in the 21st century: Priority issues and policy*. Lausanne: Elsevier
- Seinfeld, J. (2016) *Athmospheric Chemistry and Physics of Air pollution*.
New York: John Wiley and sons Inc.
- Solam, H. (2007) *Environmental air quality monitoring and Environmental data management plan as part of the Air Quality Enhancement Plan for Sogamoso Valley*. Canada: Editorial Science.
- Stern, A. (2004) *Fundamentos de la contaminación del aire*. Orlando.
Academic Press.
- Van Den Bergh, H et al. (2005) *Course Modules in Postgraduate Cycle in Environmental Sciences*, Suiza. EPFL-UNIL-UNIG.
- Wedding, J. et al. (2005) *Operation and Maintenance Manual, The Wedding and Associates PM10 Critical flow high volume sampler*. New York: Willey & Sons Inc.

ANEXO

Esquema del equipo para captar material particulado 2,5

