

UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL



**“ESTUDIO DE LA DIRECCIÓN DE VIENTOS CON FINES PARA
DETERMINAR EL IMPACTO DE LA CALIDAD DE AIRE EN LA CIUDAD
DE CERRO DE PASCO-2014”**

TESIS

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO AMBIENTAL**

Presentado por:

BACH. ESTEBAN EVANGELISTA, MARITZA MARIBEL

Cerro de Pasco - Perú - 2015

DEDICATORIA:

Mi tesis la dedico con todo mi amor y cariño. A Dios que me diste la oportunidad de vivir y regalarme a mi madre maravillosa que me apoyo constantemente en mi formación profesional y a mi familia.

PRESENTACIÓN

La presente tesis se ejecutó con el fin de cumplir con el Reglamento de Grados y Títulos de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional “Daniel Alcides Carrión”, pongo a disposición la tesis intitulada **“ESTUDIO DE LA DIRECCIÓN DE VIENTOS CON FINES PARA DETERMINAR EL IMPACTO DE LA CALIDAD DE AIRE EN LA CIUDAD DE CERRO DE PASCO-2014”**, para lo cual me permita optar el Título Profesional de Ingeniero Ambiental.

La tesis de la presente investigación será de mucha utilidad e importancia ya que conoceremos que dirección tiene los vientos en la ciudad de Cerro de Pasco y zonas aledañas y estos a su vez nos alertara a fin de tomar las precauciones de prevención para la población más vulnerables.

Segura que la presente tesis, será la base para la prevención de las poblaciones afectadas por contaminantes arrastrados por los vientos.

La autora

ÍNDICE

	Page.
Presentación	ii
Índice	iii
Resumen	vii
Introducción	viii

CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1	Planteamiento del Problema	1
1.2.1	Determinación del Problema	1
1.2.2	Formulación del Problema	3
1.3	Objetivos de la Investigación	3
1.3.1	Objetivo General	3
1.3.2	Objetivos Específicos	4
1.4	Justificación del Problema	4
1.5	Importancia de la Investigación	6
1.6	Hipótesis	6
1.6.2	Hipótesis General	6
1.6.3	Hipótesis Específicas	7
1.7	Operacionalización de las Variables	7

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1	Antecedentes de la Investigación	8
2.2	Bases Teóricas y Científicas	16
2.3	Definiciones Básicas	19

CAPÍTULO III: METODOLOGÍA

3.1	Tipo de Investigación	22
3.2	Diseño de la Investigación	22
3.3	Población y Muestras	23
3.4	Métodos de Investigación	23
3.5	Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos	24
3.6	Técnicas de Procesamiento y Análisis de Datos	24
3.7	Tratamiento Estadístico de Datos	25

CAPÍTULO IV: INFORMACIÓN GENERAL DE LA INVESTIGACIÓN

4.1	Lugar de la Zona de Investigación	26
4.1.1	Estación de Monitoreo de Institución Educativa N° 3 A.R.P.L	29
4.1.2	Estación de Monitoreo de Institución Educativa N° 3 A.R.P.L	32

CAPÍTULO V: RESULTADOS Y DISCUSION

5.1	Información de Resultados e Interpretación de Cuadros y Rosa de Viento	34 35
5.1.1	Dirección y Velocidad del Viento-Activos Mineros	35

5.1.2 Dirección y Velocidad del Viento-Institución Educativa N° 3	37
5.1.3 Dirección y Velocidad del Viento-SENAMHI	39
5.1.4 Dirección y Velocidad del Viento-Monitoreo 28 de Noviembre del 2014(24 Horas)	41
5.2 Prueba de Hipótesis	44
5.3 Discusión de Resultados	45
CONCLUSIONES	46
RECOMENDACIONES	48
BIBLIOGRAFIA	50
ANEXOS	53

RESÚMEN

La presente tesis intitulada **“ESTUDIO DE LA DIRECCIÓN DE VIENTOS CON FINES PARA DETERMINAR EL IMPACTO DE LA CALIDAD DE AIRE EN LA CIUDAD DE CERRO DE PASCO-2014”**, fue realizada con información tomada de las estaciones de monitoreo meteorológico de Activos Minero, SENAMHI y estación de medición de la dirección del viento de la Institución Educativa N° 3 A.R.P.L del distrito de Chaupimarca de la Provincia de Pasco, Región Pasco, estas estaciones nos permitió tomar información de la dirección de vientos en la ciudad de Cerro de Pasco y zonas aledañas.

La presente tesis se detalla en V Capítulos: en el Capítulo I se detalla el planteamiento del problema, en el Capítulo II se menciona el marco de teórico, en el Capítulo III se detalla el tipo de metodología que se utilizó en la presente tesis, en el Capítulo IV se detalla la información general de la investigación y el Capítulo V se presentan los resultados y discusión, para finalizar la presente investigación se presentan las Conclusiones y Recomendaciones, las Referencias bibliográficas y Anexos.

INTRODUCCIÓN

La presente tesis se investigó en la ciudad de Cerro de Pasco y zonas aledañas ya que como sabemos en la ciudad de Cerro de Pasco, se cuenta con actividad minera con el fin de extraer metales, principalmente de plomo, plata, zinc y cobre, esta extracción se realizó desde la época de la colonia, producto de intensa labor minera se ha generado pasivos ambientales con contenidos de contaminantes o metales pesados, que estos al estar descubiertos, son arrastrados por los vientos y trasladados a terrenos y poblaciones circundantes y por lo tanto los habitantes de esta ciudad están expuestos a metales pesados que son arrastrados por los vientos, generando con ello efectos adversos para la salud de estas poblaciones.

Es por ello que la presente tesis nos ayudara a determinar qué dirección tienen los vientos con fines para determinar el impacto de la calidad de aire en la población de Cerro de Pasco y zonas aledañas y que zonas aledañas es más vulnerable y menos vulnerable con el arrastre de contaminantes que está determinado por la dirección de los vientos.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1.1 Determinación del Problema.

La contaminación del aire es uno de los mayores problemas ambientales en la actualidad, especialmente, en las ciudades. Además constituye un grave problema de salud, tanto en los países desarrollados como en los países en desarrollo. Según la OMS, la contaminación del aire causa alrededor de dos millones de muertes prematuras al año en todo el mundo. Casi la mitad de esas muertes son causa de neumonías en menores de cinco años. La solución se

conoce: reducir los gases contaminantes, en especial, las partículas (PM10) hasta un máximo de 20 microgramos por metro cúbico, lo que reduciría en, aproximadamente, un 15% las muertes relacionadas con la calidad del aire.

En los distritos de Simón Bolívar, centro poblado menor de Paragsha, Chaupimarca y Yanacancha están comprendidos en la cuenca atmosférica de Cerro de Pasco. Esto debido a que esta región geográfica está delimitada por los obstáculos topográficos de origen natural (formaciones montañosas), dentro de la cual se modifica la circulación general de la atmósfera sobre la superficie (capa límite de la atmósfera), dando lugar a la formación de los vientos locales, diferentes del flujo de la atmósfera libre. La Ciudad de Cerro de Pasco, por lo tanto es de vital importancia conocer la dirección de viento a fin de determinar la calidad de aire que llega a las poblaciones de esta zona de nuestro país.

1.1.2 Formulación del Problema.

a) Problema General

¿Qué dirección tienen los vientos con fines para determinar el impacto de la calidad de aire en la población de Cerro de Pasco y zonas aledañas-2014?

b) Problemas Específicos

¿Qué población de Cerro de Pasco y zonas aledañas es más vulnerable con el arrastre de contaminantes que está determinado por la dirección de los vientos?

¿Qué población de Cerro de Pasco y zonas aledañas es menos vulnerable con el arrastre de contaminantes que está determinado por la dirección de los vientos?

1.2 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.2.1 Objetivo General.

Determinar qué dirección tienen los vientos con fines para determinar el impacto de la calidad de aire en la población de Cerro de Pasco y zonas aledañas-2014

1.2.2 Objetivos Específicos.

- Determinar qué población de Cerro de Pasco y zonas aledañas es más vulnerable con el arrastre de contaminantes que está determinado por la dirección de los vientos
- Determinar qué población de Cerro de Pasco y zonas aledañas es menos vulnerable con el arrastre de contaminantes que está determinado por la dirección de los vientos

1.3 JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA

En la ciudad de Cerro de Pasco, se cuenta con actividad minera con el fin de extraer metales, principalmente de plomo, plata, zinc y cobre, esta extracción se realizó desde la época de la colonia, producto de intensa labor minera se ha generado pasivos ambientales con contenidos de contaminantes o metales pesados, que estos al estar descubiertos, son arrastrados por los vientos y trasladados a terrenos y poblaciones circundantes y por lo tanto los habitantes de esta ciudad están expuestos a metales pesados que son arrastrados por los vientos, generando con ello efectos adversos para la salud de estas poblaciones.

Entre 1996 y 2006, la Dirección Regional de Salud Pasco ha realizado tres estudios independientes para determinar la presencia de metales pesados en la sangre de la población de la zona de Cerro de Pasco; estos estudios determinaron que la mayoría de la población en estudio de la ciudad tiene niveles promedio de plomo en sangre superiores a 10µg/dl; que para los Centros para el Control y Prevención de Enfermedades, y también para la Organización Mundial de Salud (OMS) constituyen un motivo de preocupación.

En el mes de mayo de 2007 el Centers for Disease Control and Prevention (CDC), en cooperación con la Organización Panamericana de la Salud (OPS), la Dirección Regional de Salud de Pasco (DIRESA), la Dirección General de Salud Ambiental de Pasco (DIGESA-Pasco) y el Ministerio de Salud del Perú (MINSA) hicieron un estudio para evaluar la exposición a los metales pesados en niños de 1 a 12 años de edad y mujeres en edad fértil residentes de las comunidades urbanas de Chaupimarca, Ayapoto y Paragsha. Los resultados de dicho estudio demostraron que los pobladores que viven en estas zonas tienen alta prevalencia de intoxicación por metales pesados.

Es por ello que la presente investigación está justificada ya que ayudara a determinar qué zonas están siendo más afectados por el arrastre de estos contaminantes por los vientos.

1.4 IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACIÓN

Esta presente investigación será de mucha utilidad e importancia ya que conoceremos que dirección tiene los vientos en la ciudad de Cerro de Pasco y zonas aledañas y estos a su vez nos alertara a fin de tomar las precauciones de prevención para la población más vulnerables.

1.5 HIPÓTESIS

1.5.1 Hipótesis General.

La dirección de los vientos con fines para determinar el impacto de la calidad de aire en la población de Cerro de Pasco y zonas aledañas es variada y depende de las estaciones del año.

1.5.2 Hipótesis Específicas.

- La población más vulnerable con el arrastre de contaminantes que está determinado por la dirección de los vientos, es la población de Champamarca.
- La población menos vulnerable con el arrastre de contaminantes que está determinado por la dirección de los vientos, son las poblaciones de Yanacancha.

1.6 OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES

1.6.1 VARIABLE INDEPENDIENTE

Dirección de los vientos

1.6.2 VARIABLE DEPENDIENTE

Impacto de la calidad de aire en la ciudad de Cerro de Pasco y zonas aledañas

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

Como antecedentes para nuestra investigación recurrimos a estudios realizados a nivel nacional e internacional como detallamos a continuación:

3.1.1 EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL AIRE EN LIMA METROPOLITANA 2011; autor: Dirección General de Investigación y Asuntos Ambientales del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI)-Perú.

Resumen de la Investigación:

En cumplimiento de su ley orgánica, el SENAMHI ejecuta la vigilancia de las condiciones meteorológicas y los contaminantes atmosféricos.

En Lima Metropolitana, la vigilancia de la calidad de aire se efectúa en cinco estaciones automáticas ubicadas en los distritos de Ate, San Borja, Jesús María, Santa Anita y Villa María del Triunfo. En estas estaciones se miden los contaminantes criterio, es decir: material particulado menor de 10 micrómetros (PM10), dióxido de azufre (SO₂), dióxido de nitrógeno (NO₂), monóxidos de nitrógeno (NO), óxidos de nitrógeno (NO_x) y ozono superficial (O₃). Cabe recalcar que la red de vigilancia de la calidad del aire del SENAMHI inició su funcionamiento a partir del 2010 y las cinco estaciones que actualmente la integran terminaron de instalarse en 2012.

En la presente investigación se llegó a las conclusiones siguientes:

- La calidad del aire en Lima Metropolitana se encuentra muy influenciada por las concentraciones de material particulado menor a 10 micrómetros (PM10).

- Las condiciones meteorológicas y la presencia de fuentes contaminantes son factores determinantes en la distribución de la contaminación del aire. En Lima Metropolitana los vientos predominan hacia el norte, este y sur, así que es natural que se registren mayores concentraciones de material particulado en las estaciones de Ate y Santa Anita que en las de San Borja y Jesús María. Si a ello le sumamos las actividades propias de cada zona, como el intenso tránsito de vehículos pesados y las actividades industriales, la concentración de contaminantes se incrementa. Con respecto a las concentraciones de NO₂ SO₂ y O₃, que no superan los ECA en ninguna de las estaciones de calidad del aire del SENAMHI, se observó que en Ate las concentraciones horarias fueron muy cercanas al límite, lo que nos indica que en

determinados días las concentraciones de estos gases son peligrosas para la salud de la población.

Diversas investigaciones científicas han demostrado que la contaminación del aire afecta el sistema respiratorio y cardiovascular, dependiendo del tiempo de exposición. A largo plazo, la contaminación del aire significa una reducción de la esperanza de vida de la población expuesta.

3.1.2 APLICACIÓN DEL MODELO GAUSSIANO PARA DETERMINAR LA CALIDAD DEL AIRE DE MANIZALES-COLOMBIA, 2003; autor: Jaime Hernán Buitrago Arango. Universidad Nacional de Colombia-Sede Manizales

Resumen de la Investigación:

El presente trabajo se realizó con el objetivo de “Aplicar el modelo gaussiano para determinar la dispersión de los contaminantes atmosféricos en la ciudad de Manizales”.

El estudio presenta las principales características de la ciudad, entre las cuales se establece su: población, vocación productiva, la dinámica ambiental y las condiciones climatológicas (temperatura, precipitación, dirección del viento y brillo. Estas últimas para realizar el modelamiento del modelo gaussiano.

Una vez descritas las características de la ciudad, se inició el proceso de determinación del inventario de las fuentes de contaminación (fuentes fijas y fuentes móviles y la cuantificación del potencial contaminante. Con la cuantificación de la carga contaminante se procedió a la aplicación un

modelo de dispersión (se analizaron contaminantes como CO, hidrocarburos y CO₂, que permitiera establecer el comportamiento de los contaminantes luego de ser emitidos a la atmosfera y la dirección que toman.

Concluida la investigación llegamos a las conclusiones siguientes:

- Los cálculos de las estabilidad atmosférica para Manizales basados en el brillo solar y la velocidad del viento, permiten establecer que de acuerdo a las condiciones topográficas y climatológicas en la ciudad se presentan durante el día proporcionalmente los diferentes tipos de estabilidad, lo que refleja que para la aplicación del modelo de dispersión, juegue un papel importante la recomendación de la veracidad del modelo sólo para diez minutos.
- La dirección del viento más predominante es (NW), es decir la forma que forma un ángulo de 315° con el eje este, contribuye a la dispersión de los contaminantes(CO₂), a pesar de que el viento circula en forma paralela al sector de Malteria, situación que se presenta debido a las distribución de los contaminantes en forma de

campana y a la cercanía de las fuentes de emisión al punto receptor, permitiendo así que los contaminantes lleguen a Malteria.

- Se establece que el 85.1% del CO₂ generado en la ciudad de Manizales (70.950 Kg/h), es debido a la emisión de las fuentes móviles(diesel y gasolina): que el 8.9% es consecuencia del consumo de gas natural y que el 6% de las emisiones corresponde al sector industrial. En referente a CO las fuentes móviles emiten el 99.5% es decir 6.411 Kg/h. Las industrias son responsables del 54.8% de las emisiones de dióxido de nitrógeno con 16.4 Kg/h.

3.1.3 EVALUACIÓN DE CALIDAD DE AIRE, COMPUESTOS ORGÁNICOS VOLÁTILES EN ZONAS ALEDAÑAS DEL INSTITUTO COLOMBIANO DE PETRÓLEO (ICP)-ECOPETROL S.A 2009; autor: David Cárdenas Pérez trabajo presentado como requisito para optar el título de Ingeniero Ambiental Universidad Pontificia Bolivariana- Colombia

Resumen de la Investigación:

El trabajo implementa un sistema para realizar una evaluación de calidad de aire en una zona aledaña al ICP. Se decidió evaluar y monitorear los compuestos orgánicos volátiles ya que es una empresa petrolera ls VOC's son los compuestos de mayor presencia en las emisiones del procedimiento de combustión, y en otro cualquier tratamiento o manejo que se le haga acabo a los hidrocarburos. Con base a la normativa Colombiana, por lo cual se establece la norma de calidad de aire, se realizó un estudio para establecer que compuestos deberían ser identificados y monitoreados en la zona del ICP. Se optó por monitorear 23 compuestos en las cuales fueron evaluados en horas de la mañana, de la tarde y de la noche en 6 días de la semana (lunes

a sábado), durante 2 meses. También se realizó diagnóstico meteorológico para evaluar la estabilidad atmosférica de la zona. Se concluyó que gran proporción del viento va a dirección de sur-oeste llegando a la ciudad urbanizada, comparando los resultados con los límites máximos permisibles nos e presento que estos pasaran, esto quiere decir que ECOPETROL S.A. cumple con esta norma y que no está violando ninguna ley.

2.2 BASES TEÓRICAS Y CIENTÍFICAS

3.2.1 La dirección del Viento

Los vientos son nombrados en relación con las direcciones en las que soplan. Así se habla de vientos del Oeste, vientos del Este, vientos del Noreste, etc.

En meteorología se suelen denominar los vientos según su fuerza y la dirección desde la que soplan. Los aumentos repentinos de la velocidad del viento durante un tiempo corto reciben el nombre de ráfagas. Los vientos fuertes de duración intermedia (aproximadamente un minuto) se

llaman turbonadas. Los vientos de larga duración tienen diversos nombres según su fuerza media como, por ejemplo, brisa, temporal, tormenta, huracán o tifón. El viento se puede producir en diversas escalas: desde flujos tormentosos que duran decenas de minutos hasta brisas locales generadas por el distinto calentamiento de la superficie terrestre y que duran varias horas, e incluso globales, que son el fruto de la diferencia de absorción de energía solar entre las distintas zonas geoastronómicas de la Tierra.

3.2.2 Generación del Viento

El viento es causado por el movimiento del aire de la atmósfera y el calor que genera la superficie de la tierra provocando movimientos ascendentes y descendentes de las masas de aire, que estarán promovidos por la diferencia de presión en la atmósfera.

3.2.3 ¿Cómo se mide la dirección y la velocidad del viento?

Veletas: Una veleta nos ayuda a determinar la dirección del viento, la veleta es un dispositivo giratorio que consta de una placa que gira

libremente, un señalador que indica la dirección del viento y una cruz horizontal que indica los puntos cardinales. Las veletas tienen una nariz y una cola. La paleta se mueve sobre un eje vertical con la nariz apuntando hacia la dirección del viento que está viniendo.

Anemómetro: El anemómetro es el instrumento que se utiliza para medir la velocidad del viento. Es muy parecido a un molino de tres aspas separadas por un ángulo de 120° que son movidas alrededor de un eje vertical. Al ser golpeado por el viento enciende un contador que marca, con base al número de revoluciones, la velocidad del viento que hay.

3.2.4 Calidad de Aire

La buena o mala calidad del aire de una región está relacionada con diversos y complejos factores, como el tipo de relieve (factor físico), las reacciones químicas de los contaminantes en la atmósfera y su dispersión (factores químicos y meteorológicos), los usos y costumbres de la población (factores sociales), las actividades económicas y el uso y aprovechamiento de la tecnología (factores económicos y tecnológicos).

De forma general, la calidad del aire en las ciudades es atribuida esencialmente a las emisiones contaminantes generadas por el uso de automóviles, por la producción industrial, comercial y por los servicios¹.

2.3 DEFINICIÓN DE TÉRMINOS

- **Aire**

Se denomina aire a la mezcla homogénea 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 y transparente en distancias cortas y medias.

Es una combinación de gases en proporciones ligeramente variables, compuesto por nitrógeno (78 %), oxígeno (21 %), y otras sustancias (1 %), como ozono, dióxido de carbono, hidrógeno y gases nobles (como kriptón y argón).

¹ PROAIRE Jalisco, 2011- 2010

- **Viento**

Corriente de aire producida en la atmósfera por el encuentro de diferentes presiones en áreas distintas.

- **Barlovento y Sotavento**

Barlovento: Parte de donde viene el viento con respecto a un punto o lugar determinado:

Sotavento: La parte opuesta a aquella de donde viene el viento con respecto a un punto o lugar determinado.

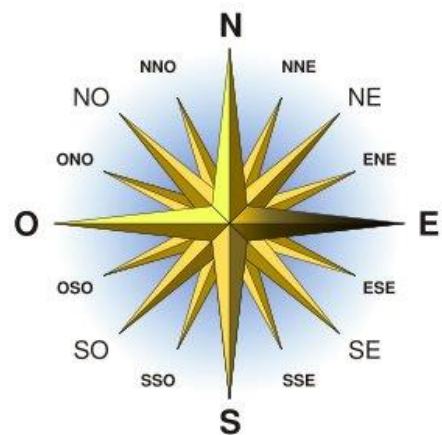


- **Rosa de los vientos**

Este instrumento náutico tiene varias divisiones o partes. Las cuatro principales y fundamentales indican los cuatro puntos cardinales: Norte, Sur, Este y Oeste, mediante los cuales se divide el horizonte en cuatro sectores de 90° cada uno. La recta que conecta los puntos norte y sur es llamada meridiana o línea norte-sur, la recta que une el este y

oeste es llamada línea este-oeste. Como resultado de las bisectrices de los ángulos rectos representados en la rosa de los vientos se observan ocho nuevas divisiones llamadas laterales que son: noreste, sureste, suroeste y noroeste. Si se dividen nuevamente estos rumbos laterales y los cuatro principales se obtendrán ocho nuevos sectores que se llamarán: nor-noreste, este-noreste, este-sureste, sur-sureste, sur-suroeste, oeste-suroeste, oeste-noroeste y norte-noroeste.

Frecuencia de ocurrencia de los vientos en 16 sectores de dirección (E, ENE, NE, NNE, W, WNW, NW, NNW, ESE, SE, SSE, S, SSW, N, WSW, SW) y en clases de velocidad del viento para una localidad y un periodo de tiempo dado.



CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN

Para el caso de nuestra investigación se ejecutó por el tipo de investigación de carácter descriptivo y explicativo.

3.2. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

El diseño de nuestra investigación es transversal descriptivo, ya que se quiere indagar la incidencia y los valores en las que se manifiestan las variables.

3.3. POBLACIÓN Y MUESTRA

POBLACIÓN

Para el desarrollo del siguiente trabajo la población fue determinada por la población de Cerro de Pasco, Distrito de Simón Bolívar de Rancas y el Distrito de Yanacancha.

MUESTRA

Como muestra para la presente investigación se tomó las estaciones de monitoreo meteorológico de Activos Minero, SENAMHI y estación de medición de la dirección del viento de la Institución Educativa N° 3 A.R.P.L del distrito de Chaupimarca.

3.4. MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN

En la presente investigación el método de investigación es el método inductivo, porque mediante los procesos de recolección de datos, observación y análisis de los hechos determinaremos que dirección tiene los vientos y estos a su vez nos ayudara a acercarnos de que calidad de aire se encuentran la ciudad de Cerro de Pasco y zonas aledañas.

3.5. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

3.5.1. TÉCNICAS

- ✓ **Recolección de Datos:** Consistió en la recolección de información meteorológica.
- ✓ **Observación:** Consistió en una técnica de visualización en campo que zonas están siendo afectados por la dirección de los vientos.

3.5.2. INSTRUMENTOS

- ✓ Reportes de información meteorológico.
- ✓ Informe de estudios

3.6. TÉCNICAS DE PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS

- ✓ Ordenamiento y codificación de datos.
- ✓ Trabajo de campo
- ✓ Tabulación.
- ✓ Gráficos.
- ✓ Análisis e interpretación.

3.7. TRATAMIENTO ESTADÍSTICO DE DATOS

- ✓ Uso de Hoja de cálculo.
- ✓ Otros.

CAPÍTULO IV

INFORMACIÓN GENERAL DE LA INVESTIGACIÓN

4.1 Lugar de la Zona de Investigación

La zona de estudio está ubicada exactamente en la ciudad de Cerro de Pasco, capital de la Región Pasco, situada a 4.330 m.s.n.m. La ciudad de Cerro de Pasco, que dista desde la ciudad de Lima a 296 kilómetros, la que se extiende sobre la falda inclinada del cerro de Ulianchin y a orillas de laguna de Patarcocha.

El clima del departamento de Pasco es frío, con una temperatura promedio de 15 °C de día y por las noches a menos 0 °C. Las temporadas más frecuentes de las lluvias

son de noviembre a marzo, con vientos después del mediodía en las punas (Partes altas)

Para llevar acabo nuestra investigación hemos tomado puntos de monitoreo de la dirección de viento de las estaciones de monitoreo meteorológico de Activos Minero, SENAMHI y estación de medición de la dirección del viento de la Institución Educativa Nª 3 A.R.P.L del distrito de Chaupimarca, para la ubicación de las zonas de investigación adjuntamos en el siguiente los planos N° 1 y 2 ubicación de la zona de estudio.

Plano N° 01: Ubicación de la zona de estudio



Plano N° 01: Maritza, ESTEBAN EVANGELISTA
Fuente: Map Google

4.1.1 Estación de Monitoreo de Institución Educativa N° 3 A.R.P.L

En el plano se muestra las Estación de monitoreo de la Institución Educativa que se ubica en la zona de cancha blanca en el distrito de Chaupimarca, en interior de los talleres de la Institución Educativa N° 3 A.R.P.L como se muestra en la Imagen N° 1:

Cuadro N°: Datos geográficos de Institución Educativa N° 3 A.R.P.L

Ubicación	Coordenadas UTM	Altura
Institución Educativa N° 3 A.R.P.L	N 8819080 E 363308	4312

Fuente: Maritza, ESTEBAN EVANGESLISTA

Imagen N° 1: Estación de monitoreo de la Institución Educativa N° 3 A.R.P.L.



Fuente: Maritza, ESTEBAN EVANGESLISTA

Plano N° 02: Ubicación de la zona de estudio



Plano N° 02: Maritza, ESTEBAN EVANGESLISTA
Fuente: Map Google

4.1.2 Estación de Monitoreo de Institución Educativa N° 3 A.R.P.L

En el plano se muestra las Estación de monitoreo de la empresa Estatal Activos Mineros SAC, que se ubica en el dique de la relavera de Quiulacocha en el distrito de Simón Bolívar de Rancas como se muestra en la Imagen N° 2:

Cuadro N° 2: Datos geográficos de la Estación de Monitoreo de Activos Mineros SAC

Ubicación	Coordenadas UTM	Altura
Estación de Monitoreo Activos	N 8816894	4299
Mineros SAC	E 359294	

Fuente: Maritza, ESTEBAN EVANGESLISTA

Imagen N° 2: Estación de Monitoreo de Activos Mineros SAC



Fuente: Maritza, ESTEBAN EVANGELISTA

CAPÍTULO V

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados de la recolección e interpretación de los datos obtenidos para determinar la dirección que tienen los vientos con fines para determinar el impacto de la calidad de aire en la población de Cerro de Pasco y zonas aledañas son los siguientes:

5.1 Información de Resultados e Interpretación de Cuadros y Rosa de Viento

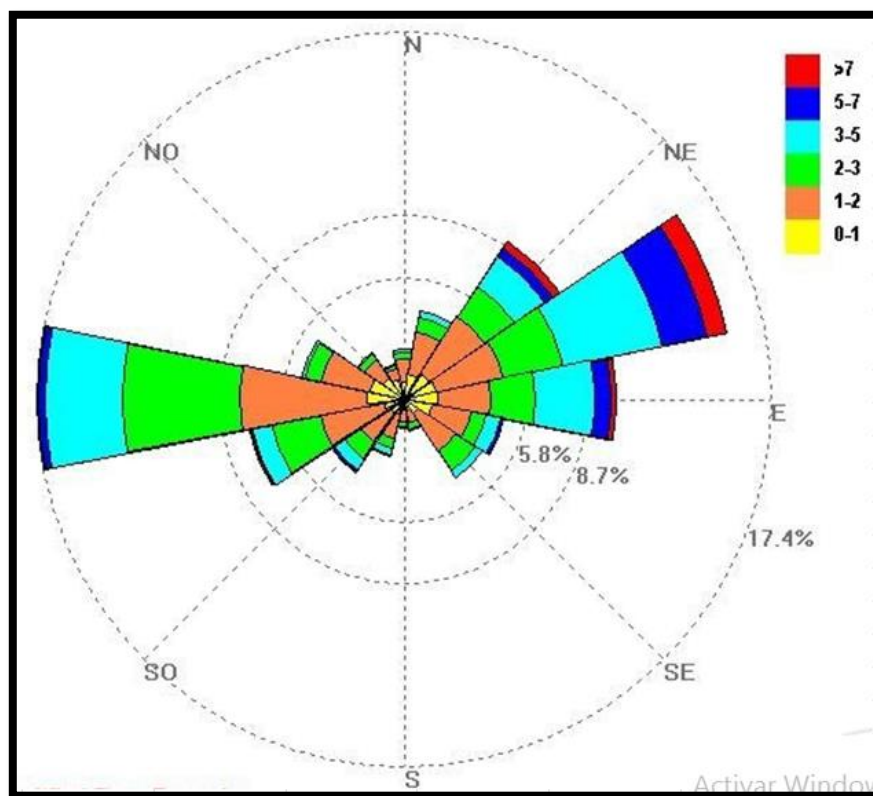
5.1.1 Dirección y Velocidad del Viento-Activos Mineros

Cuadro 1: Resultados de la dirección y velocidad del viento de Activos Mineros

ACTIVOS MINEROS 2014		
MESES	DIRECCIÓN DE VIENTO	VELOCIDAD DEL VIENTO Km/h
ENERO	NE	1,8
FEBRERO	NE	2,1
MARZO	NE	2,8
ABRIL	NO	3,1
MAYO	SO	3,2
JUNIO	NE	2,8
JULIO	NE	2,9
AGOSTO	NE	3,7
SEPTIEMBRE	NE	2,9
OCTUBRE	E	3,6
NOVIEMBRE	SO	3,2
DICIEMBRE	NE	3,4
PREDOMINANCIA	NE	2,96

Fuente: Activos Mineros-2014

GRÁFICO N° 1: Dirección y velocidad del viento de Activos Mineros



Fuente: Activos Mineros

INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS:

Como se puede observar en el Cuadro N° 1 y en el Gráfico N° 1 resultados de la estación meteorológica de Activos Mineros 2014 , resultados de la dirección y velocidad del viento, los vientos tienen una velocidad promedio de 2.96 Km/h con una predominancia de dirección a Norte y Noreste, por lo que se deduce que los

contaminantes son transportados en dicha dirección, asimismo se observa en el mes de mayo y noviembre la dirección se encuentra al sur oeste por lo que se puede deducir que estos meses los contaminantes son arrastrados por el viento en dirección a la población de Champamarca y Cerro de Pasco.

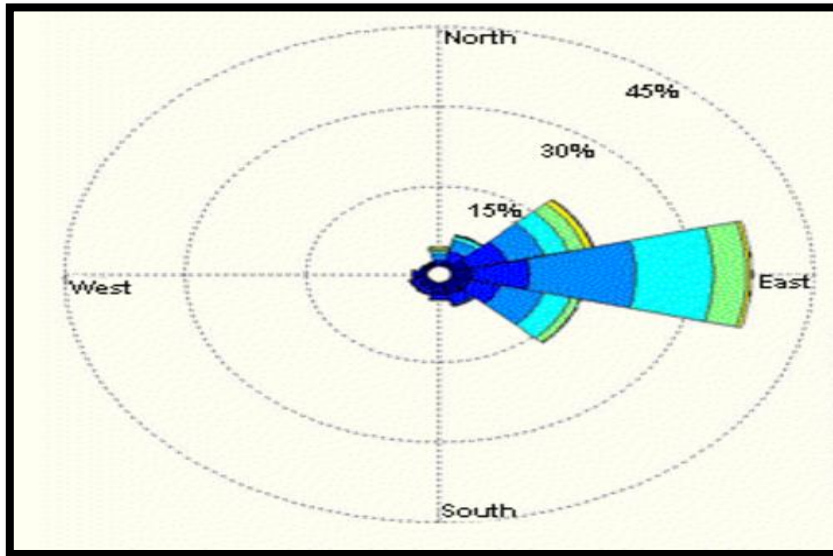
5.1.2 Dirección y Velocidad del Viento-Institución Educativa N° 3

Cuadro 2: Resultados de la dirección y velocidad del viento de IE N° 3 A.R.P.L

INSTITUCIÓN EDUCATIVA N° 3 A.R.P.L	
MESES	DIRECCIÓN DE VIENTO
JUNIO	NE
JULIO	NE
AGOSTO	SE
SEPTIEMBRE	NE
OCTUBRE	SE
NOVIEMBRE	NE
DICIEMBRE	NE

Fuente: Maritza, ESTEBAN EVANGESLISTA -2014

GRÁFICO N° 2: Dirección y velocidad del viento IE N° 3 A.R.P.L



Fuente: Maritza, ESTEBAN EVANGESLISTA -2014

INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS:

Como se puede observar en el Cuadro N° 2 y en el Gráfico N° 2 resultados de la estación meteorológica de la Institución Educativa N° 3 A.R.P.L- 2014 , resultados de la dirección se observa que la predominancia de dirección a Norte y Noreste, por lo se deduce que los contaminantes son transportados en dicha dirección, asimismo se observa en el mes de agosto y octubre la dirección se encuentra al sur oeste por lo que se puede deducir que estos meses los contaminantes son arrastrados por el viento en dirección a la población de Cerro de Pasco.

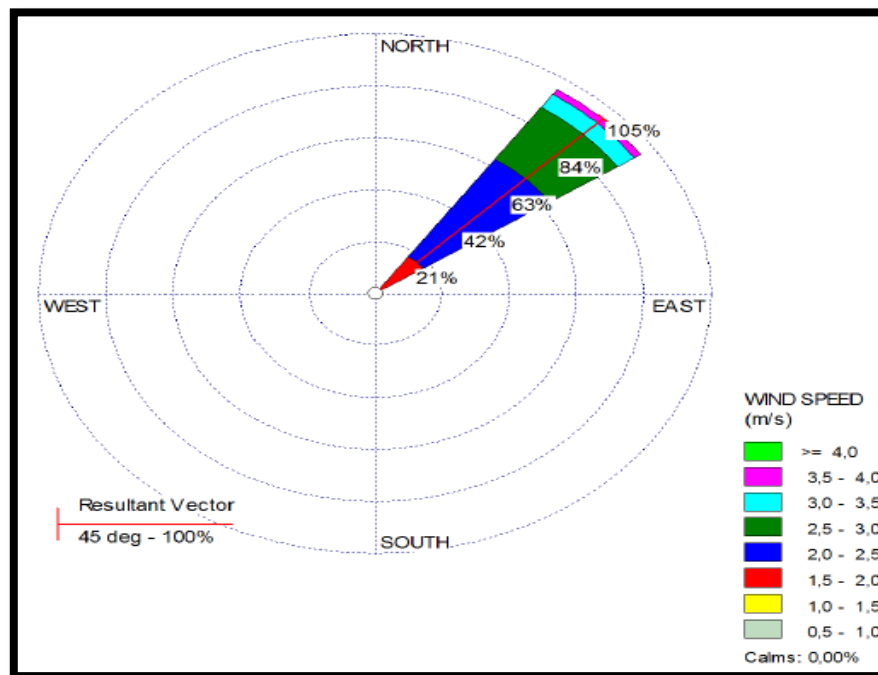
5.1.3 Dirección y Velocidad del Viento-SENAMHI

Cuadro 3: Resultados de la dirección y velocidad del viento por parte de SENAMHI

Variación mensual de la velocidad de viento 2013		
MESES	DIRECCIÓN DE VIENTO	VELOCIDAD DEL VIENTO Km/h
ENERO	N	2,1
FEBRERO	NE	2,2
MARZO	NE	2
ABRIL	NE	2,1
MAYO	N	2,1
JUNIO	NE	2,4
JULIO	N	2,7
AGOSTO	NE	3,5
SEPTIEMBRE	N	2,5
OCTUBRE	NE	2,2
NOVIEMBRE	N	2,1
DICIEMBRE	NE	1,9
PREDOMINANCIA	NE	2,32

Fuente: Elaborado por Maritza Esteban en base a información del SENAMHI

GRÁFICO N° 3: Dirección y velocidad del viento de SENAMHI



Fuente: SENAMHI

INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS:

Como se puede observar en el Cuadro N° 3 y en el Gráfico N° 3 información brindada por SENAMHI en el 2013, resultados de la dirección y velocidad del viento, los vientos tienen una velocidad promedio de 2.32 Km/h con una predominancia de dirección a Norte y Noreste, por lo que se deduce que los contaminantes son transportados en dicha dirección.

**5.1.4 Dirección y Velocidad del Viento-Monitoreo 28 de
Noviembre del 2014(24 Horas)**

Cuadro 4: Resultados de la dirección y velocidad

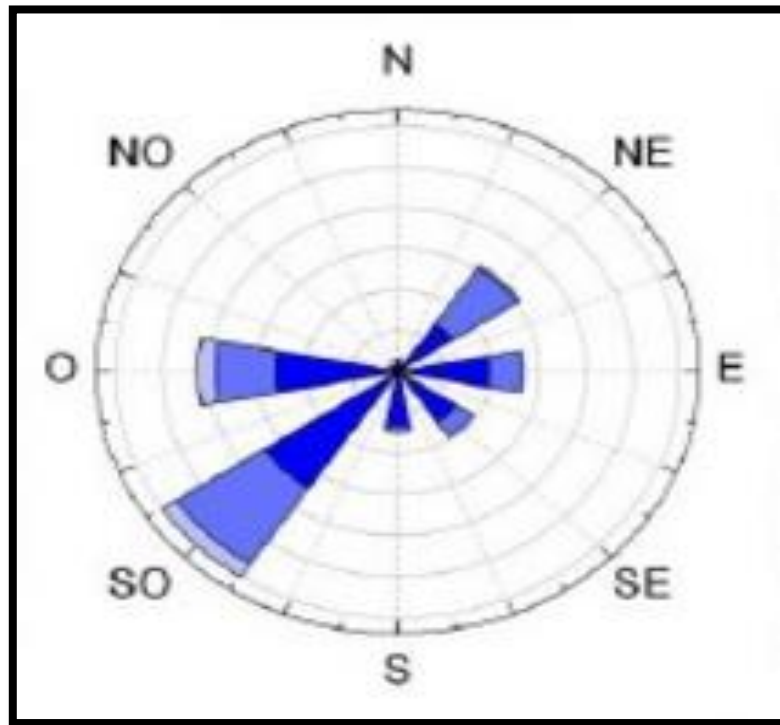
Durante 24 horas del 28 de Noviembre del 2014

ACTIVOS MINEROS 2014 28 DE NOVIEMBRE		
HORA	DIRECCIÓN DE VIENTO	VELOCIDAD DEL VIENTO Km/h
0:00	ENE	2,2
0:30	ENE	1,8
1:00	NE	0,9
1:30	NNO	1,3
2:00	NNO	1,3
2:30	N	0,4
3:00	NNO	0
3:30	OSO	0
4:00	NO	0,4
4:30	NO	0,4
5:00	NO	0,4
5:30	NO	0,9
6:00	NNO	0,9
6:30	NNO	0
7:00	SSO	0,4
7:30	SSO	0
8:00	O	0
8:30	O	0,4
9:00	SSO	0,9
9:30	SSO	0,9
10:00	NO	1,3
10:30	NO	1,8
11:00	NO	1,3
11:30	NNE	0,4
12:00	N	2,7

12:30	N	3,6
13:00	N	1,8
13:30	SO	2,7
14:00	NNE	2,7
14:30	NNE	3,1
15:00	NO	1,3
15:30	OSO	1,8
16:00	SO	3,1
16:30	O	1,8
17:00	SO	1,8
17:30	S	2,7
18:00	SE	3,6
18:30	SE	3,1
19:00	SSE	1,8
19:30	S	0,9
20:00	SSO	0
20:30	S	0,9
21:00	S	0,4
21:30	SO	0
22:00	SO	0
22:30	SO	0
23:00	SO	0
23:30	SO	0
PREDOMINANCIA	SO	1,21

Fuente: Activos Mineros

GRÁFICO N° 4: Dirección y velocidad del viento –Activos Mineros



Fuente: SENAMHI

INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS:

Como se puede observar en el Cuadro N° 4 y en el Gráfico N° 4 resultados de la estación meteorológica de Activos Mineros 2014, resultados de la dirección y velocidad del viento que fue medido durante 24 horas del día 28 de Noviembre del 2014, los vientos tienen una velocidad promedio de 1.21 Km/h con una predominancia de dirección a Suroeste, por lo que se deduce que los contaminantes son

transportados en dicha dirección hacia las poblaciones de Champamarca y Cerro de Pasco.

5.1 PRUEBA DE HIPÓTESIS

Evaluando nuestra hipótesis la dirección de los vientos con fines para determinar el impacto de la calidad de aire en la población de Cerro de Pasco y zonas aledañas es variada, pero se determinó según los resultados del 2013 y 2014 la dirección de viento predomina a Noreste.

La población más vulnerable con el arrastre de contaminantes que está determinado por la dirección de los vientos, es la población de Champamarca y Paragsha ya que esto va asociado a la presencia cercana de la desmontera de Excélsior y la relavera de Quiulacocha.

La población menos vulnerable con el arrastre de contaminantes que está determinado por la dirección de los vientos, son las poblaciones es la población de Yanacancha.

5.2 DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Concluida la investigación la dirección de los vientos en los años 2013 y 2014 la dirección del viento predomina hacia el Noreste como se evidencia en los resultados vertidos por las estaciones de monitoreo meteorológico de Activos Minero, SENAMHI y estación de medición de la dirección del viento de la Institución Educativa N° 3 A.R.P.L del distrito de Chaupimarca. Por lo que se determina que los contaminantes están siendo arrastrados hacia la dirección de carretera Yanahuanca y Paragsha.

Y asimismo se deduce que la población más vulnerable con el arrastre de contaminantes que está determinado por la dirección de los vientos, es la población de Champamarca.

CONCLUSIONES

Con la presente investigación denominado “ESTUDIO DE LA DIRECCIÓN DE VIENTOS CON FINES PARA DETERMINAR EL IMPACTO DE LA CALIDAD DE AIRE EN LA CIUDAD DE CERRO DE PASCO-2014” hemos podido llegar a las siguientes conclusiones:

- La dirección de los vientos con fines para determinar el impacto de la calidad de aire en la población de Cerro de Pasco y zonas aledañas es variada, pero se determinó que según los resultados del 2013 y 2014 la dirección de viento predomina a Noreste.
- La dirección noreste queda ubicado en dirección de carretera asfaltada de Yanahuanca y Paragsha, por lo que se deduce que los contaminantes están siendo arrastrados hacia esta zona con mayor predominancia.
- La población más vulnerable con el arrastre de contaminantes que está determinado por la dirección de los vientos, es la población de Champamarca y la población menos vulnerable

con el arrastre de contaminantes que está determinado por la dirección de los vientos, son las poblaciones es la población de Yanacancha.

RECOMENDACIONES

Finalizado la presente tesis denominado “ESTUDIO DE LA DIRECCIÓN DE VIENTOS CON FINES PARA DETERMINAR EL IMPACTO DE LA CALIDAD DE AIRE EN LA CIUDAD DE CERRO DE PASCO-2014” puedo sugerir las siguientes recomendaciones:

1. Se debe tener por parte del estado y específicamente por SENAMHI una estación meteorológica que nos ayude a monitorear con mayor incidencia la dirección del viento en la ciudad de Cerro de Pasco.
2. Recomiendo a la Universidad Nacional “Daniel Alcides Carrión” la implementación de una estación meteorológica con fines de investigación ya en la actualidad no se cuenta con estación meteorológica que sería de vital importancia.
3. La presente investigación es base para tomar las precauciones y prevención de los pobladores de Champamarca y Paragsha ya que son las poblaciones más vulnerables con arrastre de contaminantes trasladados por el viento.

4. Recomendamos el cierre definitivo de la desmontera de Excélsior y relavera de Quiulacocho, ya que son fuentes de contaminantes que son arrastrados por el viento al estar descubiertos.

BIBLIOGRAFÍA

1. Ing. Víctor Chávez Morote y Tec. Carlos Guillén Carrera- Vigilancia y Monitoreo de la Calidad del Aire - Área de Prevención y Control de la Contaminación Atmosférica- Dirección De Ecología y Protección del Ambiente Dirección General de Salud Ambiental Ministerio de Salud. Noviembre del 2008. Monitoreo de Calidad del Aire en Cerro de Pasco- Lima- Perú.
2. Centro de Cultura Popular Labor Diciembre del 2009. Evaluación de la Calidad de los Recursos Hídricos en la Provincia de Pasco y de la Salud en el Centro-Pasco-Perú.
3. Dirección General de Salud Ambiental(DIGESA)) Abril 2005. Inventario de Emisiones de Fuentes Fijas Cuenca Atmosférica de la Ciudad de Cerro De Pasco, Perú.
4. Alexander Economopoulos. 1993. Evaluación de Fuentes de Contaminación del Aire.. Parte I: Técnicas para el Inventario Rápido de la Contaminación Ambiental. Organización Mundial de la Salud. Ginebra. 1993.

5. Dirección General de Investigación y Asuntos Ambientales del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI) 2011. Evaluación de la calidad del aire en Lima Metropolitana. Lima-Perú.
6. VALDÉS SÁNCHEZ, JESÚS, 2010. Guía Para la Elaboración de la Tesis de Grado. México.
7. CESEL, 2014 Estudio de Impacto Ambiental del Proyecto “Línea de Transmisión 220 kV C.H. Chancay 2 – C.H. Rucuy – S.E. Françoise” Perú.

Páginas Web Consultadas

1. Metodología de la Investigación
<https://explorable.com/es/metodologia-de-la-investigacion>. 2008 Metodología de la Investigación.
2. Pronostico del Clima
http://es.thetimenow.com/weather/peru_/cerro_de_pasco#48_hour

3. Pronostico del Clima

<http://tiempoytemperatura.es/peru/cerro-de-pasco.html#por-horas>

4. <http://www.senamhi.gob.pe/>

5. <http://www.activosmineros.com.pe/>

ANEXOS

ANEXO N° 01
MATRIZ DE CONSISTENCIA

ANEXO: MATRIZ DE CONSISTENCIA

“ ESTUDIO DE LA DIRECCIÓN DE VIENTOS CON FINES PARA DETERMINAR EL IMPACTO DE LA CALIDAD DE AIRE EN LA CIUDAD DE CERRO DE PASCO-2014”		
PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPÓTESIS GENERAL
¿Qué dirección tienen los vientos con fines para determinar el impacto de la calidad de aire en la población de Cerro de Pasco y zonas aledañas-2014?	Determinar qué dirección tienen los vientos con fines para determinar el impacto de la calidad de aire en la población de Cerro de Pasco y zonas aledañas-2014	La dirección de los vientos con fines para determinar el impacto de la calidad de aire en la población de Cerro de Pasco y zonas aledañas es variada y depende de las estaciones del año.
PROBLEMA ESPECÍFICO	OBJETIVO ESPECÍFICO	HIPÓTESIS ESPECÍFICO
<ul style="list-style-type: none"> • ¿Qué población de Cerro de Pasco y zonas aledañas es más vulnerable con el arrastre de contaminantes que está determinado por la dirección de los vientos? • ¿Qué población de Cerro de Pasco y zonas aledañas es menos vulnerable con el arrastre de contaminantes que está determinado por la dirección de los vientos? 	<ul style="list-style-type: none"> • Determinar qué población de Cerro de Pasco y zonas aledañas es más vulnerable con el arrastre de contaminantes que está determinado por la dirección de los vientos • Determinar qué población de Cerro de Pasco y zonas aledañas es menos vulnerable con el arrastre de contaminantes que está determinado por la dirección de los vientos 	<ul style="list-style-type: none"> • La población más vulnerable con el arrastre de contaminantes que está determinado por la dirección de los vientos, es la población de Champamarca. • La población menos vulnerable con el arrastre de contaminantes que está determinado por la dirección de los vientos, son las poblaciones de Yanacancha.

ANEXO N° 02
GALERÍA FOTOGRÁFICA

Anexo 2: “Imágenes de la Estación Meteorológica de Activos Mineros”.

Fotografía N° 01: Vista de la Estación Meteorológica de Activos Mineros-
Quiulacocha



Fuente: Bach: Maritza Esteban

Fotografía N° 02: Vista de la veleta y anemómetro de Activos Mineros- Quiulacocha



Fuente: Bach: Maritza Esteban

Fotografía N° 03: Dirección de la veleta hacia sureste



Fuente: Bach: Maritza Esteban

Anexo 2: “Imágenes de la Estación Meteorológica de la Institución Educativa N° 3 A.R.P.L.”.

Fotografía N° 04: Vista de la Estación Meteorológica de la Institución Educativa N° 3 A.R.P.L.”.



Fuente: Bach: Maritza Esteban

Fotografías N° 05: Vista de la veleta de la Estación Meteorológica de la
Institución Educativa N° 3 A.R.P.L



Fuente: Bach: Maritza Esteban

Fotografías N° 05: Vista de la veleta de la Estación Meteorológica de la
Institución Educativa N° 3 A.R.P.L



Fuente: Bach: Maritza Esteban

Fotografía N° 06: Dirección de la veleta hacia noreste



Fuente: Bach: Maritza Esteban