

UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN
ESCUELA DE POSGRADO



TESIS

Incidencia de lluvia ácida en la Provincia de
Pasco

Para optar el grado académico de maestro en:

Gestión del Sistema Ambiental

Autor:

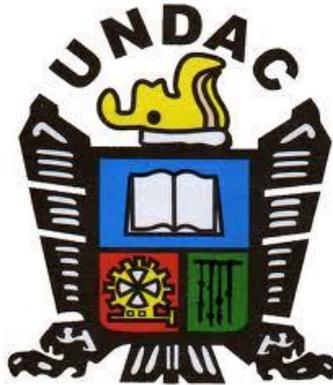
Ing. Juan Domingo VIVANCO RAFAEL

Asesor:

Dr. Ramón Celso SOLIS HOSPINAL

Cerro de Pasco – Perú - 2018

UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN
ESCUELA DE POSGRADO



TESIS

Incidencia de lluvia ácida en la Provincia de
Pasco

Sustentada y aprobada ante los miembros del jurado:

**Mg. Eusebio ROQUE HUAMAN
PRESIDENTE**

**Mg. Manuel A. HUAMAN DE LA CRUZ
MIEMBRO**

**Mg. Manuel LLANOS ZEVALLOS
MIEMBRO**

DEDICATORIA

El presente trabajo está dedicado a mi familia por haber sido mi apoyo a lo largo de toda mi carrera universitaria y a lo largo de mi vida. A todas las personas especiales que me acompañaron en esta etapa, aportando a mi formación tanto profesional y como ser humano.

RECONOCIMIENTO

A mi familia, por haberme dado la oportunidad de formarme en esta prestigiosa universidad y haber sido mi apoyo durante todo este tiempo.

De manera especial a mi tutor de tesis, por haberme guiado, en la elaboración de este trabajo y haberme brindado el apoyo para desarrollarme profesionalmente y seguir cultivando mis valores.

A la Universidad Daniel Alcides Carrión, por haberme brindado tantas oportunidades y enriquecerme en conocimiento.

RESUMEN

En este trabajo se realiza el estudio climatológico y aplicación del método del pH metro para comprobar la existencia de lluvias ácidas en la provincia de Pasco. Los valores de pH del agua de lluvia evaluadas a las 7 y 19 horas muestran una clasificación de lluvia acida moderada para los meses monitoreados, no existe diferencias en las horas muestreadas. El agua de lluvia es ácida con un pH de 5.65 debido a la presencia de dióxido de carbono disuelto.

Palabras clave: Lluvia ácida; Precipitación pluvial.

ABSTACT

In this work, the climatological study and application of the pH meter method to check the existence of acid rain in the province of Pasco is carried out. The pH values of the rainwater evaluated at 7 and 7 o'clock show a moderate acid rain classification for the months monitored, there are no differences in the hours sampled. Rainwater is acidic with a pH of 5.65 due to the presence of dissolved carbon dioxide.

Keywords: Acid rain; Rainfall.

ÍNDICE

**DEDICATORIA
RECONOCIMIENTO**

RESUMEN

ABSTRACT

ÍNDICE

ÍNDICE DE GRAFICOS

INTRODUCCION

CAPITULO I: EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

| | |
|--|----|
| 1.1. Planteamiento del problema _____ | 10 |
| 1.2. Delimitación de la investigación. _____ | 19 |
| 1.3. Formulación del problema _____ | 19 |
| 1.3.1. Problema principal. _____ | 19 |
| 1.3.2. Problemas específicos. _____ | 19 |
| 1.4. Formulación de objetivos. _____ | 20 |
| 1.5. Limitaciones de la investigación. _____ | 21 |

CAPITULO II: MARCO TEÓRICO.

| | |
|--|----|
| 2.1. Antecedentes del estudio _____ | 22 |
| 2.2. Bases Teóricas – Científicas _____ | 27 |
| 2.2.1. Lluvia normal _____ | 27 |
| 2.2.2. Lluvia radiactiva _____ | 28 |
| 2.2.3. Lluvia ácida _____ | 29 |
| 2.2.4 Tipo de deposiciones de lluvia ácida _____ | 31 |
| 2.3. Definición de términos _____ | 44 |
| 2.4. Formulación de Hipótesis _____ | 45 |
| 2.4.1. Hipótesis general _____ | 45 |
| 2.4.2. Hipótesis específicas. _____ | 45 |
| 2.5. Variables. _____ | 45 |
| 2.5.1. Definición conceptual de la variable _____ | 45 |
| 2.5.2. Definición operacional de la variable _____ | 46 |
| 2.5.3. Matriz de consistencia _____ | 47 |

CAPITULO III: METODOLOGÍA

| | |
|--|----|
| 3.1.Tipo y nivel de investigación _____ | 48 |
| 3.2.Descripción del ámbito de la investigación _____ | 49 |
| 3.3.Diseño de investigación. _____ | 51 |
| 3.4.Población y muestra. _____ | 51 |
| 3.5.Técnicas e instrumentos de recolección de datos. _____ | 52 |
| 3.6.Tratamiento estadístico. _____ | 53 |
| 3.7.Descripción del área de estudio _____ | 53 |

CAPITULO IV: RESULTADOS

CAPITULO V: DISCUSIÓN

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANEXOS

INTRODUCCION

Actualmente nuestro planeta afronta el problema de contaminación ambiental como resultado del excesivo consumo de recursos naturales, de la emisión de contaminantes a lagos, mares y océanos, así como a la atmósfera y la tierra, provenientes de las industrias y zonas urbanas. A todo ello la naturaleza ha perdido la capacidad de resiliencia, produciéndose la contaminación.

Los efectos de estos problemas se expresan en daños a la humanidad, a escala mundial uno de ellos es la lluvia ácida, que es un tipo de lluvia que alcanza un valor de pH menor a 5.6 la misma que tiene graves efectos para los ecosistemas. Estos fenómenos se han presentado en EE.UU., Canadá y Noruega, donde la lluvia ha alterado el hábitat y el equilibrio del ecosistema.

No pueden evitarse los gases industriales que pueden causar desde lluvia ácida hasta el calentamiento de la tierra (efecto invernadero), además de incremento en los niveles del ozono y el monóxido de carbono, altamente tóxicos para la humanidad, Por ello, varios países del mundo están implementando sistemas de control de contaminación ambiental con el objetivo de reducir la producción de lluvia ácida.

En la región Pasco, localizado en el Centro del Perú, se han realizado monitoreo de precipitación ácida para obtener resultados y aplicar planes de control de contaminación ambiental.

CAPITULO I:

EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Planteamiento del problema

El mundo afronta evidentes muestras de contaminación: lluvia ácida, efecto invernadero, cambio climático y alteraciones de la capa de ozono, que están afectando la salud humana, biodiversidad y ecosistemas; más evidentes en las naciones subdesarrollados como el Perú; y en el departamento y provincia de Pasco es muy marcada la contaminación producida principalmente por los centros mineros, la refinería de La Oroya en funciones y los centros mineros cerrados, que eliminan sus agentes contaminantes sin ningún tratamiento a los recursos de agua, aire y suelo. Estos centros mineros eliminan a los recursos hídricos de la provincia de Pasco miles de toneladas, solamente de relaves por año. (Arroyo J y Mendoza R. 2001).

El presente estudio se realiza por revisión de la bibliografía actualizada, extranjera y nacional, en versión impresa e internet, publicada en inglés y español y que tiene por objetivo conocer la lluvia ácida, cómo se origina, trastornos que ocasiona y específicamente conocer la lluvia ácida de la región Pasco.

La humanidad enfrenta peligros medio ambientales: cambio climático, destrucción de la capa de ozono, lluvia ácida (UNEP, 2005; UNEP, 2004) y el aumento del efecto invernadero (Arroyo J y Mendoza R. 2001).

La lluvia ácida, se produce por las emisiones de óxidos de azufre, nitrógeno y cuerpos orgánicos volátiles que por reacciones complejas en el espacio con la luz solar, vapor de agua, oxígeno y oxidantes forman ácidos nítrico y sulfúrico. (Gráfico 1)

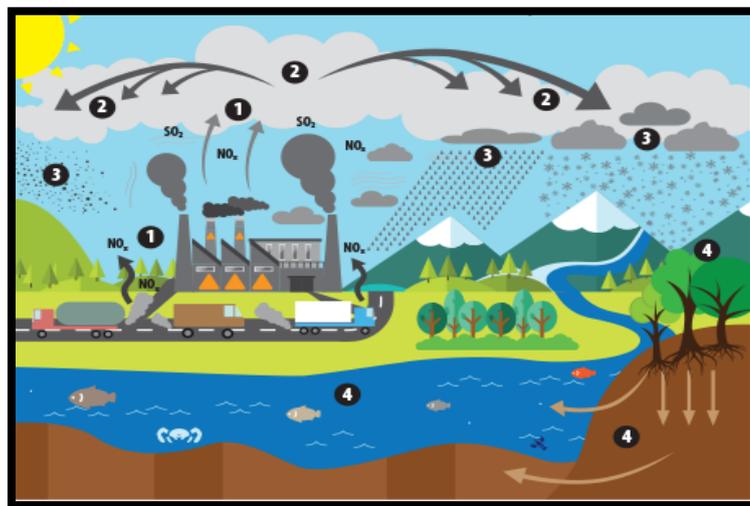


Gráfico N° 1. Vía de la Lluvia Ácida

Esta imagen ilustra las vías para la lluvia ácida en nuestro entorno:

(1) Emisiones de SO_2 y NO_x se liberan en el aire, donde (2) los contaminantes se transforman en partículas ácidas que pueden ser transportadas a largas distancias. (3) Estas partículas ácidas luego caen a la tierra ya que la sedimentación húmeda y seca (polvo, lluvia, nieve, etc.) (4) pueden causar efectos nocivos sobre el suelo, los bosques, los arroyos y los lagos.

La concentración del SO₂ en La Oroya sobrepasa con creces lo establecido por el Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad de Aire del Perú¹; este reglamento establece como máximo: 385 ug/m³ en 24 horas y 80 ug/m³ en un año: se ha analizado en La Oroya concentración del SO₂ en 24 horas de 3567 ug/m³ cerca de 1000 % más de lo permitido (Korc M., 2002); también se envenenan al ingerir alimentos o beber agua contaminada con el SO₂ y por la piel (U.S. Department of Health & Human Services, 1998).

En el Valle del Mantaro se investigó el pH de la lluvia en Jauja, Concepción, Ahuac, El Tambo, Sapallanga y Chupaca hallando que la lluvia en todo el Valle de Mantaro es ácida en el 48% y en Concepción es ácida también en el 98.4% (Arroyo J y Mendoza R.2001).

Estos compuestos luego caen a tierra en forma seca como gas, partículas, aerosoles o formas húmedas como lluvia, nieve, niebla o vapor de agua (Lee, J. & Weber, D. 1982; Letts, M. & Roger, W. 1986; Manahan, S. 1994 y Manion, P. & Bragg, R. 1982).

La lluvia es considerada ácida cuando su pH alcanza a 5,6 o menos; no conoce fronteras; los óxidos de azufre, óxidos de nitrógeno y cuerpo orgánicos volátiles y la lluvia ácida que producen viajan largas distancias hasta miles de kilómetros y se depositan las partículas en forma seca o caen en forma de lluvia ácida lejos de su lugar de origen, ocasionando las contaminaciones transfronterizas

¹ http://www.digesa.minsa.gob.pe/norma_consulta/DS-003-2017-MINAM.pdf

(Rodríguez & Sánchez 2006). Se estima que la mitad de la lluvia ácida que cae sobre Alemania se produce fuera de este país; la mayor parte que cae en la península escandinava se origina en Inglaterra; en la 1/3 de la superficie de China cae lluvia ácida por el precio de su desarrollo y en el Valle del Mantaro la lluvia ácida que cae se origina principalmente por el bióxido de azufre que elimina la refinería de La Oroya: cerca de 3000 toneladas por día. La Agencia de Protección Ambiental de USA (Environment Protection Agency EPA) tiene registrado 1467 compuesto químicos más peligrosos y el bióxido de azufre se encuentra en el número 16 (Pacheco, M. 2002). La lluvia ácida es una de las consecuencias de la contaminación del aire. Cuando cualquier tipo de combustible se quema, diferentes productos químicos se liberan al aire. El humo de las fábricas, el que proviene de un incendio o el que genera un automóvil, no sólo contiene partículas de color gris (fácilmente visibles), sino que además poseen una gran cantidad de gases invisibles altamente perjudiciales para nuestro medio ambiente.

Centrales eléctricas, fábricas, maquinarias y vehículos "queman" combustibles, por lo tanto, todos son productores de gases contaminantes. Algunos de estos gases (en especial los óxidos de nitrógeno y el dióxido de azufre) reaccionan al contacto con la humedad del aire y se transforman en ácido sulfúrico, ácido nítrico y ácido clorhídrico. Estos ácidos se depositan en las nubes. La lluvia

que producen estas nubes, que contienen pequeñas partículas de ácido, se conoce con el nombre de "lluvia ácida".

Todas las obras y actividades son susceptibles de provocar cambios en el entorno, pero no por ello debemos paralizar el desarrollo ni eliminar la producción, sino por el contrario, existen cada vez más medios desarrollados a su vez para permitir las actividades siendo respetuosos con el medio ambiente. Desde el punto de vista del urbanismo se deben considerar estas situaciones, incluyendo en el paisaje no sólo aquellos elementos que decoran o tienen una función urbanística, sino también aquellas instalaciones que forman parte de la actividad humana y que necesariamente van unidas a ella, como son las instalaciones de depuración y tratamiento, que acompañan al conjunto de viviendas, a las instalaciones industriales y a los polígonos industriales y de comercio.

El fenómeno de la lluvia ácida no es reciente, ya que su origen se remonta a la revolución industrial, que se presentó en la segunda mitad del siglo XVIII y se prolongó hasta mediados del siglo XIX. Como lo indica María L Herrera, el término lluvia ácida fue empleado por primera vez en 1852, por el químico británico Robert Angus Smith, tras las observaciones de los efectos ocasionados en Inglaterra en el año de 1661.

Durante este año, Smith, detectó que las emisiones industriales en ese país y en Francia ocasionaban un efecto sobre la salud humana y la vegetación. Se recomendó entonces, la reubicación de las

fábricas en áreas no urbanas y el uso de chimeneas con mayor altura para alejar los contaminantes, dispersándolos hacia lugares más alejados.

De igual manera, indica que, en el año de 1872, Smith publicó un informe detallado sobre las características de la ciudad de Manchester. En el cual exponía la forma en que se acentuaba el carácter ácido de la lluvia en cercanías a esta ciudad y, los efectos dañinos que el ácido sulfúrico del aire causaba sobre textiles y metales. Veinte años más tarde demostró que la lluvia ácida estaba muy ligada a factores como la dirección e intensidad del viento, la cantidad de carbón utilizado, la proximidad al mar, el volumen y la frecuencia con que llovía.

En 1911 dos científicos ingleses demostraron que la acidez decrecía a medida que la distancia a los sitios de combustión del carbón aumentaba, e impide la germinación de las semillas y el desarrollo de las plantas. Posteriormente, en 1919 un científico austriaco descubrió que la acidez proveniente de la atmósfera aceleraba la acidificación de los suelos forestales. Igualmente, durante los años 1917 y 1921, un limnólogo noruego reportó la relación entre los niveles bajos de producción de truchas y la acidez de los lagos y quebradas.

Dado el impacto que la lluvia ácida estaba generando sobre los ecosistemas, surgió la necesidad de realizar un análisis del comportamiento de este fenómeno, por lo cual en 1948 Hans Egnér,

estableció en Europa la primera red a gran escala para estudiar la calidad del agua lluvia y de la nieve para, profundizar en el estudio; en 1950 meteorólogos de Suecia, Inglaterra y Estados Unidos comenzaron a obtener e intercambiar datos para la comprobación de la acidez atmosférica. Posteriormente, en 1963 y 1972: los científicos de la Universidad de Yale Gene E. Likens y Herbert Borman, demostraron que, a pesar de la lejanía de esta cuenca a las fuentes de contaminación, el origen de la acidez en esta región, era de carácter antropogénico. Esta visión fue confirmada en los años 60, por Svante Oden del Colegio Agrícola de Uppsala (Suecia), quien, basándose en numerosas observaciones y datos colectados en Europa, mostró que los contaminantes atmosféricos de azufre y de nitrógeno eran transportados por el viento a distancias que oscilan entre los 100 y 2000 kilómetros, sobrepasando con facilidad las fronteras de los países europeos (Herrera, M. 1999). En relación a este tema, varios autores indican, que los hallazgos relacionados con la lluvia acida, toman gran interés entre la comunidad científica mundial en 1972, año en el cual durante la Conferencia de las Naciones Unidas realizada en Estocolmo, este fenómeno se concibe como una problemática ambiental global. Además, trataron problemáticas relacionadas con el control de la contaminación transfronteriza; “el Gobierno Sueco presentó un amplio informe en relación con la contaminación del aire desde países remotos, en el que planteaban que, en las plantas térmicas ubicadas en Gran

Bretaña, se originaban los compuestos de azufre que se registraban en su país. También expusieron los daños que estos ocasionaban sobre los ecosistemas nórdicos, generando la acidificación de los lagos y el agua a través de las lluvias o nevadas ácidas, que contenían altas concentraciones de ácido sulfúrico (Lluvia ácida: un fenómeno corrosivo, 2013). De los estudios que han profundizado en el deterioro de los ecosistemas, se destaca el realizado en 1977 por Guderian, como lo indica un artículo publicado por el IDEAM; en el que se registraba uno de los eventos de acidificación del medio, más notables: la destrucción del bosque “Selva Negra”, en el cual, los árboles murieron después de recibir grandes cantidades de ácido sulfúrico. A comienzos de los años 80 en Alemania se habló de la muerte de los Bosques Waldsterben, el cual fue muy importante en la implementación de medidas para mitigar los efectos de la lluvia ácida. Y el estudio de Coppins, publicado en 1978, en el que demuestra que la disminución desde 1970, de la diversidad de especies de líquenes se vio notablemente afectada en los dos últimos siglos. Este estudio permitió esclarecer que los efectos (directos o indirectos) de los contaminantes atmosféricos sobre la biodiversidad, varían de acuerdo a los niveles de tolerancia de las especies (IDEAM, 2008). En la actualidad, la lluvia ácida ha venido cobrando mayor relevancia, debido al daño que ocasiona sobre los materiales constructivos de edificaciones y demás estructuras físicas que se encuentran expuestas a las inclemencias del clima. Tal como

la erosión que sufren las piedras arenisca y caliza, que han sido empleados extensamente para la construcción de monumentos y esculturas (IDEAM, 2008), la oxidación y corrosión evidentes sobre el acero y la cristalización de sales sobre el cemento, la mampostería y el mármol.

De acuerdo a estudios realizados en construcciones con gran valor histórico, el dióxido de azufre y sus productos secundarios, son los principales agentes corrosivos de sus materiales constitutivos. Tal es el caso, del Partenón del Prado, en Italia, el cual ha sufrido erosión en mayor magnitud en los últimos 30 años que, durante los 2.400 anteriores. En España, el deterioro del tesoro pictórico del museo del Prado se ha acelerado debido a la creciente contaminación atmosférica. En México, en la península de Yucatán, las ruinas de la civilización maya, han evidenciado avanzados niveles de deterioro en los últimos años (Fundación EROSKI. 2008 y Wilford, 1989). Sin embargo, China, India y Japón son los países que más sufren las inclemencias corrosivas de la lluvia ácida. En China, concretamente, se reconocía que la lluvia ácida afecta a más de la mitad de las ciudades del país. El principal causante de esta situación es el carbón, que nutre el 70% de las necesidades energéticas del gigante asiático. En Europa, los países nórdicos, junto con Holanda y Reino Unido, son los que padecen en mayor medida la lluvia ácida. Por su parte, Estados Unidos y Canadá son otros de los dos grandes

afectados por esta forma de contaminación (Fundación EROSKI. 2008).

1.2. Delimitación de la investigación.

La provincia de Pasco es una de las tres que conforman el departamento de Pasco en el Centro del Perú. La provincia tiene una extensión de 4 758,57 kilómetros cuadrados. Está situada a poco más de 4.380 m.s.n.m. Es considerada la ciudad más alta del mundo. Se divide en trece distritos: Chaupimarca, Huachón, Huariaca, Huayllay, Ninacaca, Pallanchacra, Paucartambo, San Francisco de Asís de Yarusyacán, Simón Bolívar, Ticlacayán, Tinyahuarco, Vicco y Yanacancha. Se muestreo la precipitación pluvial en la capital de esta provincia que es la ciudad de Cerro de Pasco, formada por los distritos de Chaupimarca, Yanacancha y Simón Bolívar. La provincia tiene una población aproximada de 159,671 habitantes.

1.3. Formulación del problema

1.3.1. Problema principal.

¿Cuál es la incidencia de la lluvia acida en la Provincia de Pasco?

1.3.2. Problemas específicos.

- ¿Cuál es el conocimiento de los efectos negativos de la lluvia ácida en el ambiente?
- ¿Cómo los habitantes actúan frente a los efectos que causan las lluvias ácidas en las infraestructuras y los ecosistemas?

- ¿Cuáles son los principales aportadores de contaminantes atmosféricos en Pasco (petróleo, gas, carbón, plomo, derivados, etc.)?

Formulación de objetivos.

1.3.3. Objetivo general.

Medición de la incidencia de lluvia acida en la Provincia de Pasco.

1.3.4. Objetivos específicos.

- Realizar el estudio climatológico y aplicar el método del PHmetro de la localidad y determinar su relación con el comportamiento de la lluvia ácida.
- Causas y Efectos de la generación de Lluvias ácidas en la provincia de Pasco que causan daño a las infraestructuras y los ecosistemas.
- Plantear soluciones para aminorar la acidificación de las aguas, por ser el medio de mayor vulnerabilidad al ingresar este a la cadena trófica (sin dejar de lado al medio en su conjunto).

1.4. Justificación de la investigación.

La lluvia ácida es consecuencia directa de los mecanismos de auto limpieza de la atmósfera.

Debido a que la provincia de Pasco cuenta con empresas mineras en actividad y otras abandonadas con pasivos mineros expuestos a la intemperie, por otro lado, se cuenta con la provincia de Oxapampa que cuenta con las ecorregiones de selva alta y selva baja, extensa en biodiversidad de fauna y flora, así mismo también la provincia de Daniel Alcides Carrión, con valles interandinos susceptibles a los

efectos de la lluvia ácida; que además cuentan con monumentos culturales, infraestructuras que representan una síntesis del pasado nacional y también del presente, ya que han sido testigos de la historia desde la fundación de la ciudad hasta la actualidad y dado el alto volumen vehicular que circula a bajas velocidades en el sector, se seleccionó las capitales de Provincia de Pasco, para desarrollar el diagnóstico de lluvia ácida.

1.5. Limitaciones de la investigación.

Se cuenta con una escasa información primaria y secundaria para el ámbito de la investigación accesibles por parte de entidades como SENAMHI y las Empresas Mineras, así mismo el financiamiento de la investigación propuesta.

CAPITULO II:

MARCO TEÓRICO.

2.1. Antecedentes del estudio

Uno de los problemas asociados a la contaminación atmosférica es la lluvia ácida. Las primeras apariciones de este fenómeno se observaron en Suecia (1848), Inglaterra (1877) y en Alemania (1867), donde se publicó que, por alguna razón, las lluvias eran más ácidas de lo normal, fue en ese sentido que Lee M. & Thomas (1986) señalaron que el agua de lluvia naturalmente es considerada ácida, dado que su pH suele ser de 5.6, esto debido a que el agua es un excelente solvente, y cuando esta cae disuelve algo del dióxido de carbono (CO_2) presente en la atmósfera y retorna a la superficie en forma "ácido carbónico", por esta razón estos autores reportaron que ese daño ambiental no empeoraría materialmente si

las emisiones ácidas no extenderían el nivel actual reportado en ese año.

A fines de la década de los 80 y principio de los 90, los países industrializados comenzaron a desarrollar estrategias y políticas medioambientales para el control de la emisión de gases de efecto invernadero, y como medida precautelaría se fueron emitiendo impuestos a todas las industrias que emitían SO₂, de NO_x u otro tipo de contaminante atmosférico. Lamentablemente este organismo regulador adoptado no fue efectivo pues durante más de una década la emisión de gases de efecto invernadero avanza a pasos agigantados y pese a todas las medidas de control y mitigación los efectos adversos medioambientales sobre la atmósfera no pueden ser controlados. Actualmente la lluvia ácida es uno los problemas ambientales que sufre nuestro planeta (Robertson, N. & Wunder, S. 2005).

De acuerdo a los reportes del Nor oeste de los Estados Unidos y varios países industrializados considerados como primeros emisores de gases de efecto invernadero ponen en manifiesto que la degradación del aire está teniendo un efecto significativo sobre las plantas, pues estos países están viendo morir sus fragmentos boscosos por efecto de la lluvia ácida, fenómeno que sin duda alguna está afectando varias zonas de cultivo y poniendo en peligro la sostenibilidad de los bosques al verse afectado todo el ecosistema.

En este sentido y según la convención del cambio climático - Rio de Janeiro (1992) se estableció un mecanismo de compensación o pagos por servicios ambientales, el cual permite que los países menos desarrollados puedan adquirir recursos de los países industrializados, entre estos servicios ambientales están; protección de cuencas, conservación de la biodiversidad, fijación - almacenamiento de carbono y el mantenimiento de bosques, debido a que estos ecosistemas son los únicos que pueden mantener el equilibrio ecológico por ser reguladores del clima en forma global.

En todo el mundo, una nueva generación de iniciativas de conservación pretende crear sistemas en los cuales los usuarios de uno o más servicios ambientales compensen a los regentes del recurso por la conservación de dichos servicios. Estos sistemas, denominados 'pagos por servicios ambientales' (PSA), podrían tener el potencial de proteger servicios ambientales, al mismo tiempo estos países en vías de desarrollo puedan adquirir beneficios económicos, por mantener los ecosistemas sin perturbaciones que alteren su equilibrio (Robertson, N & Wunder, S. 2005).

La falta de conocimientos sobre procesos de contaminación global y conciencia ambiental, no genera una idea clara sobre el valor de los ecosistemas y su biodiversidad, que son afectados por agentes contaminantes e incluidos en procesos naturales, que afectan en gran magnitud con el transcurrir del tiempo.

A partir de esta compilación técnica de información referida a la lluvia ácida, se pretende generar un conocimiento básico que permita comprender de manera general este fenómeno, identificando las causas y efectos de las lluvias ácidas sobre los diferentes ecosistemas en la Provincia de Pasco.

La acidificación se relaciona con la cantidad de ión hidronio en solución. El grado de acidificación se mide en escala de pH o potencial de Hidrógeno cuyos rangos son de cero a 14, las sustancias que son ácidas tales como el limón o el vinagre tienen valores de pH bajos, esto es inferiores a 7, las sustancias básicas tienen valores de pH superiores a 7, y las sustancias neutras tales como el agua pura tienen valores de pH 7, un cambio de una unidad de pH representa 10 veces el cambio del nivel de acidificación, esto es una lluvia con pH de 4 es 10 veces más ácida que una lluvia con pH de 5 y 100 veces más ácida que una lluvia con pH de 6. En un ambiente no contaminado el pH de la lluvia es ligeramente ácido aproximadamente 5.7, esto se debe a la presencia de dióxido de carbono en la atmósfera el cual al combinarse con el agua de las nubes se convierte en ácido carbónico.



La lluvia ácida y la nieve ácida se forman cuando dos gases contaminantes, óxidos de azufre y óxido de nitrógeno se combinan con el agua, los óxidos de azufre se convierten en ácido sulfúrico y los óxidos de nitrógeno en ácido nítrico, estos ácidos se acumulan

en las nubes y caen en forma de lluvia o nieve, a este proceso se le llama deposición. Los óxidos anteriormente mencionados también forman partículas de sulfatos y nitratos, estos se dispersan en la atmósfera y se depositan como finas partículas, a éste fenómeno se le llama deposición seca. Los precursores de los ácidos provienen de dos tipos de fuentes, naturales y antropogénicas. Las fuentes naturales de óxido de azufre son los volcanes, los incendios forestales y la degradación bacteriana. Las fuentes antropogénicas son la concentración urbana y la Industrialización, el 70% de las fuentes antropogénicas productoras de óxido de azufre son las plantas termoeléctricas mientras que la fuente más importante de óxido de nitrógeno son los vehículos de motor.



La agencia americana de protección al ambiente EPA, estima que las emisiones de óxido de azufre se incrementan alrededor de 26 millones de toneladas métricas anuales y los óxidos de nitrógeno se incrementan 25 millones de toneladas métricas anuales.

La lluvia en el área de Chicago en los Estados Unidos presentó valores de 4.6 a 4.73 en pH entre los años del 2000 al 2004 (National atmospheric deposition program. Ruiz Serrano, 2016). Los precursores ácidos y los ácidos pueden permanecer en el aire de dos a cinco días y viajar cientos a miles de kilómetros antes de depositarse. Los científicos han encontrado que la lluvia ácida y la nieve ácida en el sur de Noruega y Suecia vienen desde Inglaterra

y desde la Europa Industrializada, En Estados Unidos la precipitación que cae en el noreste se origina en la zona industrializada del medio oeste los niveles de precipitación ácida han sido tan altos en las montañas de New Hampshire entre 1934 y 1974 el valor anual promedio de pH ha sido de 4 a 4.21 cerca de 100 veces más ácida que la precipitación normal, durante cada década el nivel de acidez se incrementa en 36 %. En Europa la lluvia y la nieve presentan pH entre 3 y 5, En Escandinava han sido reportados valores debajo del 2.8. En Kane Pennsylvania se presentó una lluvia con pH de 2.7 igual que el vinagre, En Virginia se presentó una lluvia con pH de 2 más ácido que el Limón.

2.2. Bases Teóricas – Científicas

De manera general y según referencia bibliográfica se pueden discriminar tres tipos de lluvias que son detalladas a continuación:

2.2.1. Lluvia normal

La lluvia se forma cuando las moléculas de vapor de agua se condensan sobre cristales de hielo o de sal en la atmósfera, o sobre minúsculas partículas de polvo en las nubes, para formar gotitas de agua que responden a la gravedad terrestre y caen formando lluvia. A medida que la lluvia cae atravesando la atmósfera, puede "ir levantando" o "lavar" elementos y productos químicos y otros contaminantes (Stumm, W, et al 1987).

El agua de atmósfera naturalmente registra pH de 5.0 a 5.5 por lo que es considerada ácida, ya que contiene ácido carbónico que viene de la disolución del dióxido de carbono (Castro, *et al* 2000).

2.2.2. Lluvia radiactiva

La lluvia radiactiva son deposición de partículas radiactivas, liberadas en la atmósfera por explosiones nucleares o escapes de instalaciones y centrales nucleares, sobre la superficie de la Tierra. Este fenómeno se observó desde el periodo de las pruebas nucleares atmosféricas a gran escala realizadas en la década de 1950 y comienzos de la de 1960. Se hicieron alegatos sobre sus efectos dañinos durante muchos años, pero hasta 1984 no se adoptó una decisión trascendental, cuando un juez federal de Utah dictaminó que 10 personas habían enfermado de cáncer debido a la negligencia del gobierno en lo referente a la exposición de los ciudadanos a la lluvia radiactiva en aquel estado. En 1985 el Tribunal de apelación de pensiones de Inglaterra y Gales llegó a una conclusión similar en el caso de un veterano de las pruebas nucleares británicas en las islas Christmas durante la década de 1950. Desde la firma del tratado de limitación de pruebas nucleares en 1963, los niveles de lluvia radiactiva han disminuido en todo el mundo. (Lee, J & Weber, D. 1982)

2.2.3. Lluvia ácida

La lluvia se vuelve ácida debido al descenso del pH, encontrándose de 4.0 a 4.2 (Fig. 1) esto debido a la combinación con dióxido de azufre (SO₂) y óxidos de nitrógeno (NO_x).

| Efectos en el medio ambiente | Valores del PH | Ejemplos |
|--|----------------|---------------------------------|
| Ácido | pH = 0 | Ácido de baterías |
| | pH = 1 | Ácido sulfúrico |
| | pH = 2 | Jugo de limón, vinagre |
| | pH = 3 | Jugo de naranja, bebida gaseosa |
| Mueren todos los peces (4.2) | pH = 4 | Lluvia ácida (4.2-4.4) |
| | pH = 5 | Lago ácido (4.5) |
| Mueren los huevos de rana, renacuajos, cangrejos de río y elimeras (5.5) | pH = 6 | Bananas (5.0-5.3) |
| | pH = 7 | Lluvia limpia (5.6) |
| Comienzan a morir las truchas arco iris | pH = 8 | Lago saludable (6.5) |
| | pH = 9 | Leche (6.5-6.8) |
| Neutro | pH = 10 | Agua pura |
| | pH = 11 | Agua de mar, huevos |
| | pH = 12 | Bicarbonato de soda |
| | pH = 13 | Leche de magnesia |
| | pH = 14 | Amoníaco |
| | | Agua jabonosa |
| | | Blanqueador |
| Básico | | Limpiador líquido para desagües |

Gráfico N° 2. Variación del pH y efectos en el medio

Fuente: Mackenzie, Davis y Masten, Susan (2004)

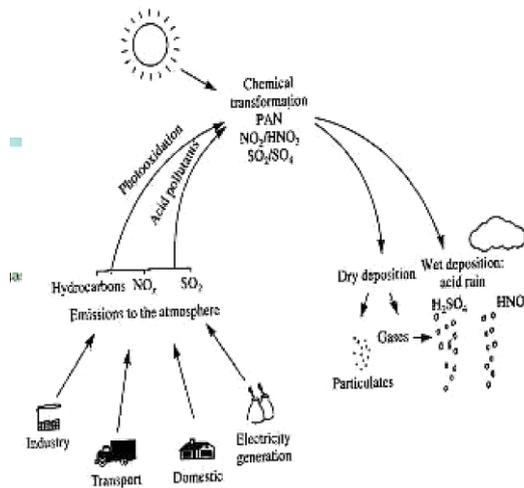


Gráfico N° 3. Formación de acidez atmosférica y la deposición ácida

Fuente: Mackenzie, Davis y Masten, Susan (2004)

Estos gases pueden alcanzar niveles muy altos en la atmósfera, donde se mezclan y reaccionan con agua, oxígeno

y otras sustancias químicas, para dar paso a la formación de la lluvia ácida (Lee, J & Weber, D. 1982) este tipo de deposición registran niveles más ácidos que la deposición húmeda, por tener elevadas concentraciones de Sulfatos y Nitratos, que se encuentran suspendidas en el aire. Ambos tipos de deposición pueden ser acarreados por el viento, agua u otro vector a distancias sumamente grandes (Fig.2) (Landsberg, H.1984).

Monitoreo del Grado de Acidez de la Precipitación

La lluvia ácida se mide utilizando una escala llamada "pH". La escala de pH mide el grado de acidez de un objeto. Los objetos que no son muy ácidos se llaman básicos o alcalinos. La escala tiene valores que van del cero (el valor más ácido) al 14 (el más básico). El agua pura o destilada tiene un valor de pH de 7, este valor se considera neutro – ni ácido ni básico. La lluvia limpia normal tiene un valor de pH entre 5.6 a 6.5, a valores menores a 5.6 se considera como “Lluvia ácida”. La lluvia ácida con pH menores a 5 se considera con una acidez riesgosa. Tal como se observa en la siguiente tabla.

Cuadro N° 1. Clasificación de lluvias según su pH

| Clasificación de lluvias según su pH | | Valor de PH |
|--------------------------------------|----------|-------------|
| Lluvia Ácida | Riesgosa | <5 |
| | Moderada | 5≤pH<5.6 |
| Lluvia con pH normal | | 5.6≤pH≤8.5 |
| Lluvia Alcalina | | >8.5 |

Fuente: SENAMHI - JUNIN

2.2.4. Tipo de deposiciones de lluvia ácida

Esta lluvia ácida puede retornar a la superficie terrestre en dos tipos de deposiciones, que son detalladas a continuación:

- Depositiones húmedas; que pueden ser la lluvia, llovizna y rocío.
- Depositiones secas; son deposiciones en forma de nieve, niebla o granizo,

Las fuentes de origen de la lluvia ácida pueden ser; Contaminación (actividad antrópica industrial) o Polución (actividades naturales) cada una con las siguientes consideraciones técnicas (Fig. 3):

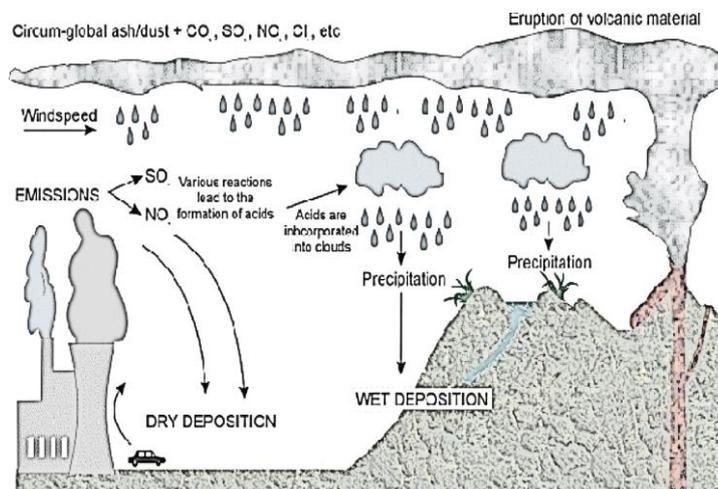


Gráfico N° 4. Una combinación natural y las actividades industriales producen la deposición de compuestos ácidos

Contaminación antrópica o industrial

La deposición de sustancias ácidas ha sido calificada como un problema ambiental de carácter mundial cuyas principales causas se encuentran la emisión de óxidos de azufre y nitrógeno durante las actividades industriales, transporte y la

quema de combustibles fósiles, estos compuestos son considerados como las principales fuentes de la lluvia ácida; por otra parte la sociedad industrial genera otros tipos de contaminantes que pueden contribuir a la formación de lluvias ácidas tales como los compuestos orgánicos volátiles y los hidrocarburos que pueden reaccionar por si mismos o pueden combinarse (Eichler, M. & Fagundes, L. 2004).

a) Combustibles fósiles

Los combustibles fósiles son hidrocarburos, que son compuestos formados por hidrógeno y carbono; algunos contienen también pequeñas cantidades de otros componentes. Los hidrocarburos se forman a partir de antiguos organismos vivos que fueron enterrados bajo capas de sedimentos hace millones de años. Debido al calor y la presión creciente que ejercen las capas de sedimentos acumulados, los restos de los organismos se transforman gradualmente en hidrocarburos. Los combustibles fósiles más utilizados son el petróleo, el carbón y el gas natural. Estas sustancias son extraídas de la corteza terrestre y, si es necesario, refinadas para convertirse en productos adecuados, como la gasolina, el gasóleo y el querosene. Algunos de esos hidrocarburos pueden ser transformados en plásticos, sustancias químicas, lubricantes y otros productos no combustibles (Landsberg, H.1984).

b) Centrales eléctricas

Las centrales eléctricas térmicas, son instalaciones que producen energía eléctrica a partir de la combustión de carbón, petróleo o gas en una caldera diseñada al efecto. El funcionamiento de todas las centrales térmicas, o termoeléctricas, es semejante. El combustible se almacena en parques o depósitos adyacentes, desde donde se suministra a la central, pasando a la caldera, en la que se provoca la combustión. Esta última genera el vapor a partir del agua que circula por una extensa red de tubos que tapizan las paredes de la caldera.

Fuentes de Óxidos de Azufre SO₂

El SO₂ es un gas incoloro, no explosivo, no combustible, de olor astringente y entre los gases que contienen azufre están SO₂ SO₃ H₂S SO₄= donde el SO₂ es la emisión más importante de los contaminantes con S.

Tabla 2 Fuentes de contaminación antropogénica de SO₂

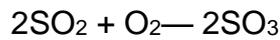
| Fuente de SO ₂ | Porcentaje |
|--|------------|
| Centrales térmicas de carbón o combustibles líquidos | 66 |
| Industrias que usan combustible fósil | 25 |
| Refinerías de petróleo | 6 |
| Transporte | 3 |

Fuente: Manahan, Stanley E. (2007).

Los más representativos de los compuestos de azufre son:

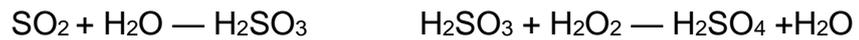
SO₂: incoloro, de olor picante e irritante.

SO₃: incoloro y muy reactivo que condensa fácilmente.

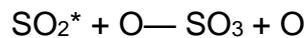


Oxidación heterogénea del SO₂:

En las superficies de gotas de agua o de partículas:



Por oxidación homogénea del SO₂. Fotooxidación directa:



En condiciones normales el SO₃ no se encuentra en la atmósfera ya que reacciona con el agua atmosférica formando H₂SO₄ (Miguel, M. 2006)



Fuentes Óxidos de Nitrógeno NO_x

Los óxidos de nitrógeno están conformados por un grupo de compuestos químicos gaseosos muy reactivos que son generados por las siguientes actividades antrópicas (tabla 2).

Tabla 3 Fuentes de contaminación antropogénica de NO_x.

| Fuente de NO _x | Porcentaje |
|---------------------------------|------------|
| Producción eléctrica | 61 |
| Otros procesos industriales | 31 |
| Transporte (combustible fósil) | 6 |
| Otras actividades residenciales | 2 |

Fuente: Manahan, Stanley E. (2007).

Contaminación natural (polución)

Los compuestos de azufre y nitrógeno son producidos por la descomposición de la materia orgánica en pantanos, humedales, áreas de mareas y aguas poco profundas del océano, estos compuestos emiten gases a la atmósfera contribuyendo a la formación de la lluvia ácida.

La cantidad que se produce de esta manera no es bien conocida, pero es muy considerable. Las estimaciones de la producción natural de los sulfatos y otros compuestos de azufre son del 35 al 85% del total - un rango bastante amplio. Y los compuestos de nitrógeno de origen natural se calculan entre el 40 al 60% del total.

La contribución de los relámpagos a la acidez de las lluvias es importante. Dos ocurrencias de relámpagos sobre un kilómetro cuadrado, producen suficiente ácido nítrico para que 20 mm de lluvia tengan un pH 3.5. De hecho, se calcula que solamente los relámpagos mantienen al promedio mundial de lluvias con un pH de 5.0. Aunque se reconoce que la contribución del dióxido de azufre de los volcanes es considerable, nunca se ha tomado muy en serio pues los que estudian estos fenómenos afirman que es difícil de predecir estos eventos y por lo tanto es difícil medirlos (Stumm, W, et al 1987).

De manera natural los compuestos que forman la lluvia ácida son producidos por diversas formas entre ellas las más importantes se resumen en la tabla siguiente:

Tabla 4 Fuentes de contaminación natural

| Fuente Polución | Producción Total Aprox. |
|--|-------------------------|
| Óxidos de Nitrógeno NOx | |
| Descomposición de MO | 35% |
| Relámpagos | 85% |
| Óxidos de azufre SO₂ | |
| Descomposición MO | 35% |
| Actividad volcánica | más de 100 |
| Fumarolas | millones de toneladas |
| Termas | |
| Spray de los mares | |

Fuente: Wigley T.M.L.. 1999

En el suelo la degradación anaeróbica del Nitrógeno proteico hasta N₂O, (desnitrificación) y la liberación bacteriana de NO, cuando llegan a la atmósfera experimentan una lenta pero constante oxidación a NO₂ (ciclo foto lítico de los NOx). (apuntes físico química 2006).

Efectos de la lluvia ácida

La lluvia ácida está afectando la estabilidad de diversos ecosistemas, ya que este fenómeno está llegando a formar parte del ciclo del agua y, por tanto, está modificando los patrones climáticos, llegando a alterar los siguientes ecosistemas:

Efectos en la salud

La lluvia ácida al caer en la superficie terrestre libera partículas pequeñas cuyos efectos son perjudiciales para la salud humana, cuando estas partículas ingresan a los pulmones estos pueden causar enfermedades respiratorias tales como el asma o la bronquitis crónica, neumonía dificultando de esta manera que la gente pueda respirar sin ningún tipo de contratiempo, por otra estas pueden derivar a afecciones cardiovasculares (Cabrera, R. & Robles E. 1997).

Efectos sobre el agua

La lluvia ácida ha hecho que muchos lagos y arroyos en la región noreste de los Estados Unidos y en otros lugares tengan niveles de pH mucho más bajos. Este aumento de la acidez y de los niveles de aluminio puede ser mortal para la vida acuática silvestre, incluido el fitoplancton, las efímeras, las truchas arco iris, las alubinas de boca chica, las ranas, las salamandras manchadas, los cangrejos de río, y si la acidez aumenta, más especies de plantas y animales declinan o desaparecen y la relación presa-depredador de la red de alimentación se verá afectada.

Actualmente más de 18.000 lagos están acidificados lo que está provocando grandes daños sobre la vida acuática, así como la pérdida de sus poblaciones piscícolas.

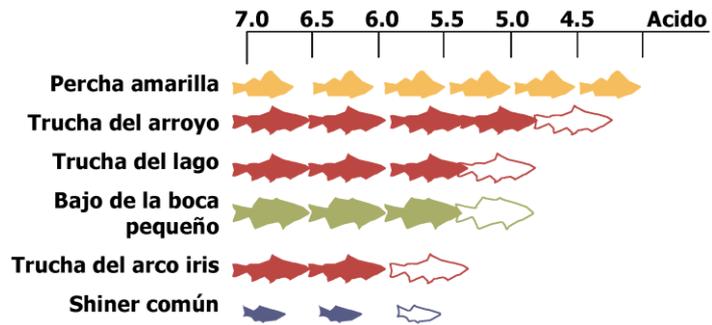


Gráfico N° 6. pH crítico para el Pez Seleccionado en los Lagos y Arroyos

Este problema puede llegar a ser mucho más grave durante las lluvias fuertes o al escurrimiento de la nieve cuando se derrite en la primavera. Estos tipos de aumentos breves se conocen como acidificación episódica (Pacheco, M. 2002).

Efectos en los bosques

La lluvia ácida puede ser extremadamente perjudicial para los bosques, debido a que el agua que cae al suelo puede disolver muchos minerales y nutrientes que los árboles necesitan para mantenerse sanos y crecer (Labandeira, X. 1995).

Bosque natural:

La cantidad de precipitación derivada de disponibilidad de Nutrientes

Bosque bajo PP Ácida:

Cada H^+ agregada a la tierra por la PP ácida reemplaza una cantidad equivalente de un elemento nutritivo como K

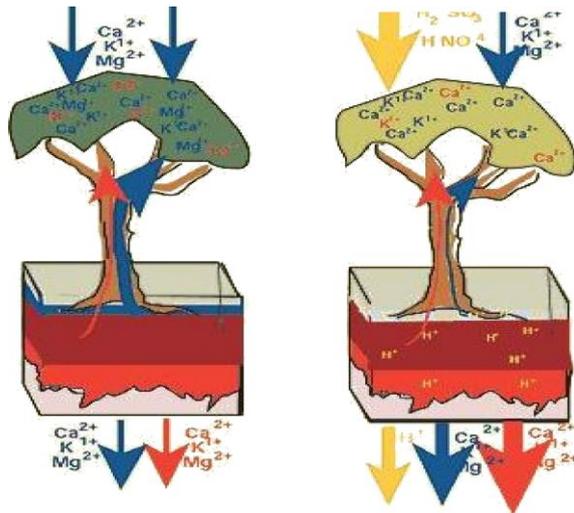


Gráfico N° 7. Efectos de la lluvia ácida en el Bosque. (Modificado)

Los árboles que se hallan en regiones montañosas muy elevadas, tales como las ubicadas en selva alta, corren mucho más riesgo porque están expuestos a las nubes y la niebla ácidas, con mucha más acidez que la lluvia. Esta pérdida de nutrientes disminuye la resistencia de los árboles y los bosques a los daños causados por infecciones e insectos, y también por el frío del invierno (Dutka, B. 1989).

Daños en los edificios y objetos

La lluvia ácida y la deposición seca de partículas ácidas contribuyen a la corrosión de metales (como bronce) y la deterioración de pintura y piedra (como mármol y caliza). Daña construcciones que tienen carbonatos CaCO₃.



Estos efectos reducen el valor social de edificios, los puentes, significativamente los objetos culturales (como las estatuas,

monumentos, y lápidas), al igual que los automóviles son afectados (Letts, M & Roger W, 1986).

Fuentes de energías alternativas

La posibilidad de reducir la dependencia mundial de los combustibles fósiles plantea problemas. Existen energías alternativas como la energía hidráulica, la energía solar, la energía eólica y la energía geotérmica; pero en la actualidad el conjunto de esas fuentes de energía sólo alcanza el 14% del consumo mundial de energía. Hasta la fecha, la utilización de energías alternativas se ha visto frenada por dificultades tecnológicas y medioambientales debido a las energías solar y eólica que parecen seguras desde un punto de vista medioambiental, pero son poco fiables como fuentes de energía estables. Como el consumo global de energía crece cada año, el desarrollo de ciertas fuentes alternativas de energía se hace cada vez más importante.

Medidas de mitigación

La ratificación de 129 países al Protocolo de Kyoto confirma la preocupación de la comunidad mundial por la problemática citada anteriormente. En dicho protocolo se establecen objetivos para que los países industrializados reduzcan las emisiones de los gases de efecto invernadero. De origen las industrias tendrán que optimizar aún más sus procesos para disminuir la contaminación, aplicar tecnologías limpias y

desarrollar nuevos combustibles, además de apoyar la investigación de nuevas tecnologías (FAO 1998).

A medida que las amenazas a los ecosistemas de la Tierra aumentan y cambian, se ha prestado mayor atención a los importantes servicios que éstos brindan a la humanidad.

Estos servicios incluyen fijación y almacenamiento de carbono, protección de cuencas, belleza paisajística y conservación de la biodiversidad. En todo el mundo, una nueva generación de iniciativas de conservación pretende crear sistemas en los cuales los usuarios de uno o más servicios ambientales compensen a los regentes del recurso por la conservación de dichos servicios.

El concepto de pagos por servicios ambientales (PSA) ha surgido, en años recientes, como posible instrumento para lograr la conservación de ecosistemas y la mejora de los sistemas de sustento de suministradores y consumidores de servicios ambientales. En Bolivia, como en el Perú, existen considerables incertidumbres en cuanto a qué son servicios ambientales, qué significa PSA, hasta qué grado se están implementando actualmente y cuáles son sus perspectivas de éxito (Brown, S. et al 2000).

La definición general de 'servicios ambientales' se refiere a los beneficios que el mundo natural suministra a las personas.

Estos beneficios son numerosos y variados, e incluyen servicios que mejoran la calidad de la tierra, el aire y el agua. Si bien estos beneficios son en general considerables, frecuentemente se ignoran en la toma de decisiones acerca de uso y manejo de recursos. La falta de inversión en protección y manejo de bosques y otros recursos naturales conlleva al agotamiento de la cobertura vegetativa natural y de los suelos, al deterioro de cuencas y a la extinción de especies. Estos efectos, frecuentemente, derivan en considerables pérdidas económicas y sociales (Pagiola, S. & Platais, G. 2002).

Según el Protocolo de Kioto establece esta opción transacciones de derechos de emisión sólo entre países que firmaron el convenio. Este sistema se asemeja al modelo teórico clásico de Dales (1968) y al Sistema de Derechos Negociables para Control de Lluvia Ácida desarrollado en Estados Unidos (1990), por esta razón este mecanismo probablemente tendrá características de un mercado fluido, sencillo y eficiente para el intercambio de derechos oferentes y demandantes.

Entre las medidas de mitigación destinadas a la reducción o la captura de algunos contaminantes están: (FAO 1998).

- Conservación y restauración de bosques naturales y suelos de vocación forestal

- Rehabilitación de tierra agrícola degradada para mejorar el contenido de carbono en el suelo siempre orientadas hacia el uso sostenible de la tierra.
- Manejo de plantaciones y bosques para maximizar la captura de carbono
- Desarrollo de energía eólica y otras nuevas alternativas
- Electrificación rural con sistemas fotovoltaicos
- Construcción de micros y mini plantas hidroeléctricas
- Mejoramiento de la eficiencia de plantas de energía térmica
- Manejo de la demanda de energía eléctrica
- Programas de mantenimiento de la flota vehicular
- Readequación de equipo industrial de alto consumo energético
- Generar proyectos de conservación de biodiversidad orientados a reducir la erosión genética.
- Protección de cuencas hidrográficas
- Reducción y captura de gases de contaminación de agua y aire
- Reducción de consumo de combustibles fósiles, buscando nuevos sustitutos.

2.3. Definición de términos

Acidez: Ácido o básico, son dos maneras en las que describimos el grado de reacción de los compuestos químicos. La acidez se

mide utilizando la escala de Ph. Esta escala de pH va de cero (el valor más ácido) a catorce (el valor más básico o alcalino)

Lluvia Ácida o Precipitación Ácida: La lluvia ácida es un término amplio usado para describir varias maneras en que los ácidos se desprenden de la atmósfera. Un término más preciso es la deposición ácida, la cual tiene dos partes: húmeda y seca.

La deposición húmeda se refiere a la lluvia, la nieve, el agua nieve o la niebla, cuya acidez es mucho mayor que la normal.

2.4. Formulación de Hipótesis

2.4.1. Hipótesis general

Las incidencias de lluvias ácidas en la provincia de Pasco se manifiestan causando daño a las infraestructuras y los ecosistemas.

2.4.2. Hipótesis específicas.

Los pobladores de la provincia de Pasco asumen que la lluvia ácida se produce por el hombre.

Los gases que producen la lluvia acida los gobiernos locales las monitorean.

Los monumentos históricos en Pasco están siendo afectados por la lluvia ácida.

2.5. Variables.

2.5.1. Definición conceptual de la variable

Derivada del término en latín *variabilis*, variable es una palabra que representa a aquello que varía o que está sujeto

a algún tipo de cambio. Se trata de algo que se caracteriza por ser inestable, inconstante y mudable. En otras palabras, una variable es un **símbolo** que permite identificar a un elemento no especificado dentro de un determinado grupo. Este conjunto suele ser definido como el **conjunto universal de la variable** (**universo de la variable**, en otras ocasiones), y cada pieza incluida en él constituye un **valor** de la variable.

2.5.2. Definición operacional de la variable

DEPENDIENTE:

Daño a las infraestructuras y los ecosistemas.

INDEPENDIENTE:

Incidencia de lluvias ácidas en la provincia de Pasco, precipitación pluvial, pH.

2.5.3. Matriz de consistencia

| Problema principal | Objetivo principal | Hipótesis principal | Variables | Concepto | Dimensiones | Indicadores |
|---|--|---|---|--------------------------------|-------------|-------------|
| ¿Cuál es la incidencia de la lluvia ácida en la Provincia de Pasco? | Medición de la incidencia de lluvia ácida en la Provincia de Pasco | Las incidencias de lluvias ácidas en la provincia de Pasco se manifiestan causando daño a las infraestructuras y los ecosistemas. | Independiente: pH Precipitación pluvial Temperatura Humedad Dependiente: Lluvia ácida | pHmm°C %H | Acidez | pHmm°C %H |
| Problemas específicos | Objetivos específicos | Hipótesis específicos | Escala Likert | | | |
| ¿Cuál es el conocimiento de los efectos negativos de la lluvia ácida en el ambiente? | Realizar el estudio climatológico y aplicar el método del pH metro de la localidad y determinar su relación con el comportamiento de la lluvia ácida. | Los pobladores de la provincia de Pasco asumen que la lluvia ácida se produce por el hombre. | 1 | Completamente de acuerdo | Acidez | |
| | | | 2 | De acuerdo | | |
| | | | 3 | Ni de acuerdo ni en desacuerdo | | |
| | | | 4 | En desacuerdo | | |
| | | | 5 | Totalmente en desacuerdo | | |
| ¿Cómo los habitantes actúan frente a los efectos que causan las lluvias ácidas en las infraestructuras y los ecosistemas? | Causas y Efectos de la generación de lluvias ácidas en la provincia de Pasco que causan daño a las infraestructuras y los ecosistemas. | Los gases que producen la lluvia ácida los gobiernos locales las monitorean. | 1 | Completamente de acuerdo | | |
| | | | 2 | De acuerdo | | |
| | | | 3 | Ni de acuerdo ni en desacuerdo | | |
| | | | 4 | En desacuerdo | | |
| | | | 5 | Totalmente en desacuerdo | | |
| ¿Cuáles son los principales aportadores de contaminantes atmosféricos en Pasco (petróleo, gas, carbón, plomo, derivados, etc.)? | Plantear soluciones para aminorar la acidificación de las aguas, por ser el medio de mayor vulnerabilidad al ingresar este a la cadena trófica (sin dejar de lado al medio en su conjunto. | Los monumentos históricos en Pasco están siendo afectados por la lluvia ácida. | 1 | Completamente de acuerdo | | |
| | | | 2 | De acuerdo | | |
| | | | 3 | Ni de acuerdo ni en desacuerdo | | |
| | | | 4 | En desacuerdo | | |
| | | | 5 | Totalmente en desacuerdo | | |

CAPITULO III:

METODOLOGÍA

Esta investigación se fundamenta en el enfoque empírico analítico (Cuantitativo) en el cual sólo se reconoce como real, los fenómenos que pudieron ser observados y medidos objetivamente por medio de procedimientos de tipo estadístico. Demostrando la relación entre las variables atmosféricas y el deterioro monumentos y ecosistemas, para lo cual se propone la revisión de datos pluviométricos y de pH de la lluvia, en la capital de provincia de Pasco, el análisis de la bibliografía existente, Compra de Datos de SENAMHI, y la aplicación de encuestas con escala de Likert para relacionarlos con los resultados de los análisis efectuados.

3.1. Tipo y nivel de investigación

Los tipos de investigación a emplearse en el desarrollo del proyecto serán:

Exploratoria. Contribuirá con una visión general, de la ocurrencia del fenómeno de lluvia ácida en la zona de estudio y del efecto que ocasiona sobre las infraestructuras y ecosistemas presentes en Pasco. Constituye una primera aproximación al efecto que la lluvia ácida.

No experimental. Para la determinación de la ocurrencia de la lluvia ácida se realizaron mediciones pluviométricas y del pH, en las que se utilizaron las variables independientes y la dependiente, y para medición de actitud del habitante se emplearon encuestas con la escala de Likert, ajustados a un alfa de Cronbach aceptable.

Descriptiva. Ya que permite describir los fenómenos atmosféricos en términos de los componentes de análisis: *lluvia ácida*, *meteorología*, respectivamente, adicionalmente la aplicación del instrumento que permite concluir acerca del efecto que ocasiona la lluvia ácida sobre Monumentos y Ecosistemas.

3.2. Descripción del ámbito de la investigación

La presente investigación se desarrollará en fases y las actividades que componen cada una de estas fases se indican a continuación:

Fase preliminar. En esta fase se realizará un acercamiento a cada uno de los componentes que serán objeto de investigación, de la siguiente manera:

Inventario de información. Se elaboró un listado de las estaciones de las que se obtuvo la información de las variables atmosféricas,

más cercanas a la zona de estudio y se determinó el estado y los parámetros muestreados actualmente por:

- La estación meteorológica del SENAMHI.
- Se desarrolló una encuesta validada previamente por un juicio de expertos, además de determinar el tamaño muestral.

Fase experimental. Esta fase se subdivide en varias etapas para dar desarrollo a cada uno de los aspectos considerados en el proyecto, como se indica a continuación:

Criterios para la selección de puntos de muestreo.

Esta selección se efectuó de la siguiente manera:

Lluvia.

Representatividad, es decir, distribuidas de manera que cubrieran la totalidad del área de estudio, ubicadas en inmediación a vías de regular tráfico vehicular, en zonas aledañas al piedemonte de los cerros y adicionalmente en lugares con disponibilidad de espacio para la instalación del instrumento de muestreo.

Accesibilidad para el personal encargado de la recolección de las muestras, es decir, disponibilidad para permitir el ingreso los fines de semana y días festivos.

Seguridad para los equipos y elementos utilizados en el muestreo.

La ubicación de las estaciones que componen la red de monitoreo de lluvia ácida estuvieron localizadas de modo seguro.

Meteorología. La caracterización del comportamiento de los parámetros meteorológicos en la zona de estudio se efectuó por

medio del análisis de la información registrada en la estación Chaupimarca de SENAMHI.

Monumentos y ecosistemas. Los criterios considerados para la selección del inmueble y los ecosistemas en el que se determinaron los posibles efectos ocasionados por la incidencia del fenómeno de lluvia ácida, se enunciaron en el cuestionario.

3.3. Diseño de investigación.

El diseño de investigación corresponde a un **Análisis descriptivo**. **Análisis comparativo.** Se efectuaron mediante el análisis de chi cuadrado para las preguntas con el grado de estudios del encuestado.

3.4. Población y muestra.

Respecto al tamaño de muestra de habitantes a ser encuestado se ajustó a la población de 159,671² habitantes ecuación siguiente:

$$n = \frac{N * Z_{1-\alpha/2}^2 * p * q}{\varepsilon^2 * (N - 1) + Z_{1-\alpha/2}^2 * p * q}$$
$$= \frac{159,671 * 1.96^2 * 0.5 * 0.5}{0.05^2 * (159,671 - 1) + 1.96^2 * 0.5 * 0.5} = 383$$

Donde:

N = Total de la población

Z_α = 1.96 al cuadrado (la seguridad es del 95%)

p = proporción esperada (en este caso 50% = 0.5)

q = 1 – p (en este caso 1-0.50 = 0.50)

² INEI, 2017. Pasco Compendio Estadístico 2017. Instituto Nacional de Estadística e informática. Oficina Departamental de Estadística e Informática Pasco. 358 P.

ϵ = precisión (en su investigación use un 5%).

3.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.

Muestreo y obtención de datos. Esta constituye una de las fases más importantes del proyecto ya que se obtendrán los datos para el análisis del comportamiento de la lluvia y sus efectos sobre los monumentos y ecosistemas.

Lluvia. El proceso de recolección de muestras se desarrolló en el periodo comprendido entre el 01 de marzo y el 31 de mayo del 2017. Se efectuó en dos momentos del día, el primero a las 7:00 am y el segundo a las 17 horas, con lo cual se cubrieron eventos de precipitación ocurridos en los horarios diurno y nocturno respectivamente. Obtención de datos meteorológicos. Fundamentales para establecer la relación directa entre las condiciones atmosféricas y los efectos de la lluvia acida

Cabe resaltar, que las muestras de lluvia fueron sometidas in situ a los siguientes análisis: pH y temperatura: estas mediciones se realizaron siguiendo el procedimiento descrito por SENAMHI por medio del uso de un pH metro digital, con las especificaciones mencionadas en el Cuadro 7.

Cuadro 5. Especificaciones técnicas del pHmetro digital

| | | |
|--------------------|--|---|
| Marca | Hanna Instruments |  |
| Modelo | HI98127 | |
| Intervalo | 0.0- 14 | |
| Resolución | 0.1 | |
| Precisión | ±0.1 | |
| Temperatura | -5 a 50 °C | |
| Calibración | Manual con dos buffers a pH4.0 PH7.0 pH 10.0 | |
| Dimensiones | 163x40x26 mm | |
| Peso | 100 g | |

Técnicas de procesamiento y análisis de datos.

Meteorología. En este componente se efectuó la caracterización de la climatología de las zonas de estudio.

Obtención de datos meteorológicos. Estos datos son fundamentales para establecer la relación directa existente entre las condiciones atmosféricas y los efectos de la lluvia ácida sobre la infraestructura histórica y de los ecosistemas de la zona de estudio.

La información meteorológica se obtuvo de fuentes:

- Base de datos del SENAMHI
- Datos puntuales de estaciones que el proyecto implemento.

3.6. Tratamiento estadístico.

El comportamiento espacio temporal de las variables del componente meteorológico y las encuestas de actitud del poblador, se efectuó a través de la generación de gráficas en el programa Microsoft Excel versión 2016, Las variables del componente lluvia ácida, fueron procesadas a través de un análisis descriptivo de tipo estadístico con la herramienta informática *Statistical Package for the Social Sciences* (SPSS) versión 22.0 Análisis semicuantitativo.

3.7. Descripción del área de estudio

Cerro de Pasco es una ciudad del Centro del Perú, capital de la provincia de Pasco y el departamento homónimo. Está situada a poco más de 4380 m s. n. m. (metros sobre el nivel del mar), en la meseta del Bombón, altiplano de la cordillera de los Andes, y

culminando aun a los 4,338 m.s. n. m. en el sector de Yanacancha. Es considerada la «capital minera del Perú», por sus yacimientos de plata, cobre, zinc y plomo. Cuenta con una población de 66,272 habitantes para el año 2015.

A diferencia de otras ciudades peruanas, esta ciudad nació como un asentamiento minero a finales del siglo XVI, ya que la ciudad capital, cabeza de curacato y reducción de indios fue la Villa de Pasco que fue fundada el 20 de octubre de 1578 ubicada actualmente a 14 km.

La ciudad surgió a finales del siglo XVI gracias a la actividad minera con la cual inició su crecimiento por inmigración a principios del siglo XVII. Actualmente tiene una población de más de 70 000 habitantes (Censo 2007), partidos entre los distritos de Chaupimarca (28 000 habitantes), Yanacancha (28 000 habitantes) y Simón Bolívar (14 000 habitantes). La ciudad se ubica alrededor de la mina a tajo abierto más alta del mundo, que se extiende sobre 2 km y casi 400 m de profundidad, amenazando ahora la ciudad, por lo que se proyecta reubicarla, también a causa de los problemas de contaminación de la minería sobre la población.

Se ubica exactamente en la falda del cerro Uliachin y al pie de la laguna Patarcocha en la región geográfica de la puna donde está rodeada de montañas y lagunas. Se encuentra a pocos kilómetros del santuario nacional Bosque de rocas de Huayllay famoso por las

misteriosas formas que le han dado el viento y el agua a los grandes macizos rocosos.

El departamento del Pasco limita al norte con Huánuco, al sur con Junín, al este con Ucayali y al oeste con Lima. Superficie: 25 319 km²; Latitud sur: 9°34'23"; Longitud oeste: entre meridianos 74°36'32" y 76°43'18".

Densidad demográfica: 10 habitantes/km² aproximadamente.

Población: Total: 280449 habitantes (hombres: 124718; mujeres: 122 020). Capital del Departamento: Cerro de Pasco. Número de provincias: 3. Número de distritos: 28.

Su capital es la ciudad de Cerro de Pasco, que dista de Lima 296 km, la que se extiende sobre la falda inclinada del cerro de Ulianchin y a orillas de laguna de Patarcocha. Otras ciudades de importancia son Oxapampa, Villa Rica, Huariaca, Yanahuanca, Chaupimarca y Huayllay. El clima es variado: frío seco en las altas cumbres y punas, con temperaturas negativas durante las noches que se alternan con días soleados. Alta humedad atmosférica por la constante nubosidad. En la selva alta y baja el clima es tropical. El departamento de Pasco tiene un relieve variado que incluye altas mesetas y frías montañas y la selva alta hacia el oriente.

Clima

El clima es frío de la montaña, con lluvias intensas. Presenta una oscilación térmica leve, de apenas 3°C. La temperatura promedio anual es de 5.9°C, y la precipitación media ronda los 1180 mm. El

verano es lluvioso, con temperaturas que oscilan entre 13°C y 1°C. El invierno es relativamente seco; las lluvias son escasas y las nevadas esporádicas. En la estación invernal, las temperaturas fluctúan entre los 11 C y los -15°C, y también se presentan nevadas en cualquier época del año. En distintos lugares, cuando llueve, se crea un desborde en los drenajes, causando mucha suciedad en las calles de Pasco.

Cuadro Nro. 6 Parámetros climáticos promedio de Cerro de Pasco

| Mes | Ene. | Feb. | Mar. | Abr. | May. | Jun. | Jul. | Ago. | Sep. | Oct. | Nov. | Dic. | Anual |
|------------------------------|-------|------|-------|------|-------|-------|-------|------|------|------|-------|------|--------|
| Temp. máx. abs. (°C) | 15.1 | 14.3 | 14.5 | 15 | 14.2 | 15 | 14.7 | 16.2 | 15 | 15.3 | 16.4 | 16.1 | 16.4 |
| Temp. máx. media (°C) | 12 | 11 | 11.5 | 12.9 | 12.3 | 12.7 | 12.6 | 13 | 12.1 | 12.4 | 12.6 | 12.9 | 12.3 |
| Temp. media (°C) | 6.3 | 5.95 | 6.1 | 6.3 | 5.15 | 4.3 | 4.05 | 4.85 | 5.15 | 5.8 | 6 | 6.35 | 5.5 |
| Temp. mín. media (°C) | 0.6 | 0.9 | 0.8 | -0.3 | -2 | -4.1 | -4.5 | -3.3 | -1.8 | -0.8 | -0.6 | -0.2 | -1.3 |
| Temp. mín. abs. (°C) | -7 | -6 | -7 | -9.2 | -13.3 | -17.7 | -20.2 | -18 | -13 | -10 | -9.5 | -9 | -20.2 |
| Precipitación total (mm) | 160.2 | 165 | 190.1 | 80 | 77 | 18 | 13 | 45 | 69.3 | 108 | 111.1 | 146 | 1182.7 |
| Días de precipitaciones (≥) | 20 | 21 | 23 | 15 | 14 | 7 | 4 | 8 | 12 | 18 | 18 | 19 | 179 |
| Días de nevadas (≥ 1 mm) | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 4 | 3 | 5 | 0 | 0 | 0 | 1 | 15 |
| Humedad relativa (%) | 82 | 84 | 83 | 81 | 77 | 74 | 73 | 73 | 76 | 77 | 78 | 80 | 78.2 |

Fuente: SENAMHI

Turismo

Cerro de Pasco está **ubicada** alrededor de un tajo abierto de dimensiones de algo más de 2 km de largo por 1 km de ancho y que cuenta aún con hermosas casas de diferentes estilos de Europa como la de los Balcanes, Islas Británicas, Italia, España, Francia entre otras, y si solo esto no se considera como turístico se puede nombrar el aspecto geofísico que lo rodea. Gracias a su ubicación estratégica es un punto de partida turístico

desconocido para el turismo de alta montaña. La ciudad está relativamente cerca de dos nevados de atractivo mundial como son el Huaguruncho a una altura de 5730 m. s. n. m., ubicado al norte de Cerro de Pasco a una distancia aproximada de 80 km y la cordillera del Huayhuash ubicado al oeste de Cerro de Pasco a una distancia de entre 70 y 80 km de distancia, con sus picos como el Yerupaja con una altura de 6635 m. s. n. m., siendo el más alto del Perú después del Huascarán, el Rasac con una altura de 6017 m. s. n. m., el Siula Grande con una altura de 6344 m s. n. m., el Siula Chico con una altura de 6260 m s. n. m.

Infraestructura

Existen dos hospitales:

Ministerio de Salud del Perú de Nivel I (hospital Daniel Alcides Carrión) y Seguro Social del Perú ESSALUD, el Hospital II. Pasco el único a 4338 m s. n. m. que cuenta con una unidad de cuidados intensivos.

Postas

En la ciudad de Cerro Pasco existen varias postas médicas como una que pertenece a ESSALUD y otras que son particulares.

Institutos de Educación Superior Tecnológico

Instituto de Educación Superior Tecnológico Privado «Andrés Avelino Cáceres Dorregaray». Jr. Leoncio Prado nº 225. ofreciendo las carreras profesionales de Computación e Informática y Enfermería Técnica.

CAPITULO IV:

RESULTADOS

4.1 Estudio climatológico y aplicación del método del PH metro para determinar su relación con el comportamiento de la lluvia ácida.

Cuadro N° 7. DATOS DEL TIEMPO - CERRO DE PASCO RESUMEN 2017

Estación: CERRO DE PASCO, Tipo Convencional Meteorológica

Departamento: PASCO Provincia: PASCO Distrito:

CHAUPIMARCA

Latitud : 10° 41' 37" Longitud : 76° 15' 1" Altitud : 4260

| Mes/año | Temperatura Max (°c) | Temperatura Min (°c) | Temperatura Bulbo Seco (°c) | | | Temperatura Bulbo Húmedo (°c) | | | Precipitación (mm) | | | | Velocidad del viento 13h (m/s) |
|-----------|----------------------|----------------------|-----------------------------|------|-----|-------------------------------|-----|-----|--------------------|-----|-----|-----|--------------------------------|
| | | | 07 | 13 | 19 | 07 | 13 | 19 | pH | 07 | pH | 19 | |
| ENERO | 10.0 | 1.8 | 3.7 | 8.7 | 3.9 | 2.8 | 6.4 | 3.1 | | 1.6 | | 3.6 | 2.7 |
| MARZO | 9.8 | 2.1 | 4.0 | 8.5 | 3.9 | 3.2 | 6.3 | 3.1 | 5.3 | 1.1 | 5.6 | 3.2 | 2.5 |
| ABRIL | 10.7 | 1.9 | 3.8 | 8.7 | 4.2 | 2.9 | 6.4 | 3.3 | 5.6 | 1.0 | 5.4 | 2.1 | 2.8 |
| MAYO | 10.7 | 1.5 | 3.1 | 9.1 | 4.3 | 2.3 | 6.7 | 3.4 | 5.5 | 0.8 | 5.0 | 1.3 | 2.9 |
| JUNIO | 11.4 | -0.6 | 1.6 | 10.1 | 4.5 | 0.7 | 7.5 | 3.5 | | 0.1 | | 0.0 | 3.0 |
| JULIO | 11.6 | -2.2 | -0.5 | 10.2 | 4.0 | -1.2 | 7.6 | 3.0 | | 0.2 | | 0.0 | 3.0 |
| AGOSTO | 12.2 | -1.2 | 1.1 | 10.9 | 4.1 | 0.2 | 8.1 | 3.1 | | 0.2 | | 0.1 | 3.3 |
| SETIEMBRE | 11.3 | 0.5 | 3.0 | 9.9 | 4.4 | 2.0 | 7.3 | 3.4 | | 1.3 | | 0.7 | 3.0 |
| OCTUBRE | 12.0 | 0.9 | 3.8 | 10.8 | 4.6 | 2.8 | 7.2 | 3.5 | | 0.9 | | 1.0 | 2.9 |
| NOVIEMBRE | 11.3 | 1.5 | 4.1 | 9.5 | 4.1 | 3.2 | 6.6 | 3.1 | | 0.7 | | 3.3 | 2.5 |
| DICIEMBRE | 10.9 | 1.4 | 3.9 | 9.1 | 3.7 | 3.0 | 6.4 | 2.9 | | 0.9 | | 2.8 | 2.8 |

Datos desarrollados durante el ensayo por el Tesista.

La máxima Velocidad del viento registrada a las 13h fue de 3.3 m/s, registradas en el mes de agosto y 2.5 m/s, en los meses de marzo y noviembre.

La precipitación (mm) mínima se ha registrado en el mes de junio con 0.1 mm y máximo de 3.6 mm en enero.

La temperatura mínima absoluta de -2.2 °C y máximas absolutas promedios de 12.2°C durante el día para el año 2017.

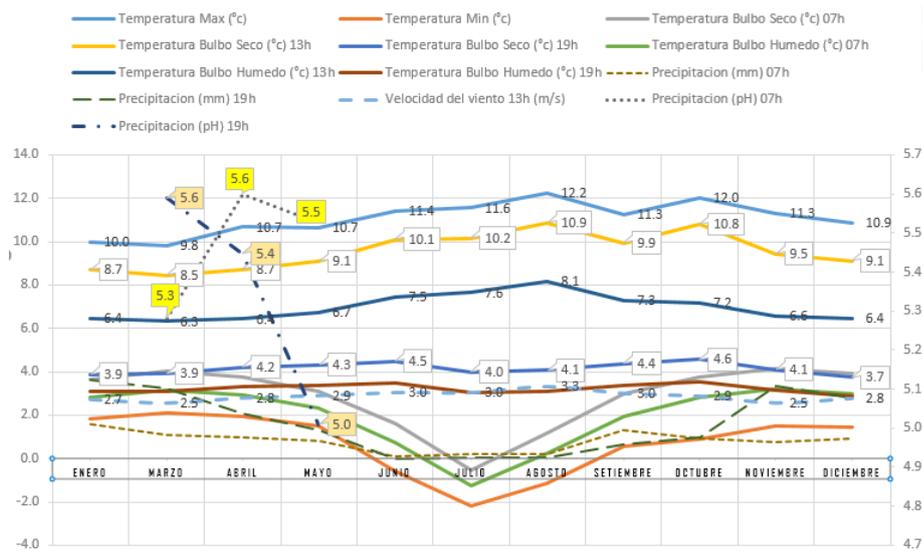


Gráfico N° 8. Datos del tiempo - Cerro de Pasco 2017

Cuadro Nro 8. Precipitación pluvial (mm) Chaupimarca 2017

| Mes | Precipitación (mm) | |
|-----------|--------------------|------|
| | 07 h | 19 h |
| Enero | 1.6 | 3.6 |
| Marzo | 1.1 | 3.2 |
| Abril | 1.0 | 2.1 |
| Mayo | 0.8 | 1.3 |
| Junio | 0.1 | 0.0 |
| Julio | 0.2 | 0.0 |
| Agosto | 0.2 | 0.1 |
| Setiembre | 1.3 | 0.7 |
| Octubre | 0.9 | 1.0 |
| Noviembre | 0.7 | 3.3 |
| Diciembre | 0.9 | 2.8 |

Fuente: SENAMHI, 2017

Puede apreciarse que durante los meses de junio a setiembre la precipitación pluvial es mínima, coincidiendo con la época de estiaje que caracteriza a Cerro de Pasco año tras año, en tanto que los demás meses registra precipitación pluvial.

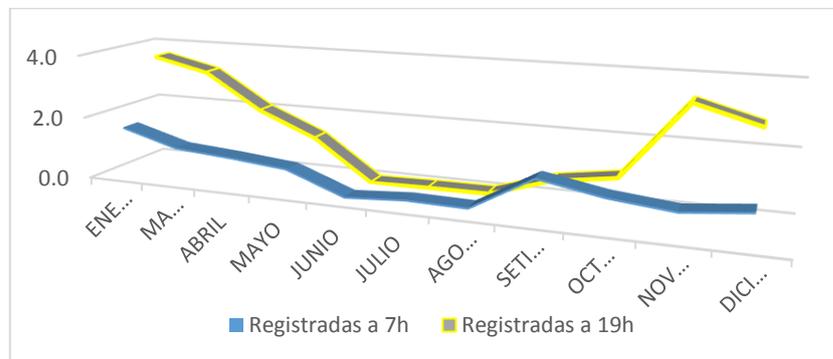


Gráfico N° 9. Precipitación pluvial (mm), Chaupimarca 2017

Los datos registrados a las 19 horas respecto a las 7 horas presentan mayores valores numéricos, además de no tener precipitación pluvial durante los meses de junio, julio y agosto.

Cuadro Nro. 9 Dirección del viento

| Dirección del viento | Frecuencia | Porcentaje |
|----------------------|------------|-------------|
| SW | 19 | 6% |
| NE | 225 | 67% |
| SE | 12 | 4% |
| NW | 54 | 16% |
| C | 27 | 8% |
| Total | 337 | 100% |

Cerro de Pasco, 2017

Fuente: SENAMHI, Estación meteorológica Cerro de Pasco, 2017



Gráfico N° 10. Dirección del viento Cerro de Pasco, 2017

La dirección del viento que predomina es Nor Este (NE), en un 67% para el año 2017, solo se registra un 16% al Nor Oeste (NW).

Cuadro Nro. 10. Valores de Ph promedio mensuales de las aguas de lluvia estimadas en Cerro de Pasco 2017.

| Mes monitoreado | pH 7h | pH 19h | Clasificación de lluvias según su pH |
|-----------------|-------|--------|--------------------------------------|
| Marzo | 5.3 a | 5.6 a | Lluvia ácida moderada |
| Abril | 5.6 a | 5.4 a | Lluvia ácida moderada |
| Mayo | 5.5 a | 5.0 a* | Lluvia ácida moderada |

Fuente: Datos obtenidos por el Tesista.

- Letras iguales no presentan significación estadística $p < 0.05$.

Los valores de pH del agua de lluvia evaluadas a las 7 y 19 horas muestran una clasificación de lluvia acida moderada para los meses monitoreados, no existe diferencias en las horas muestreadas.

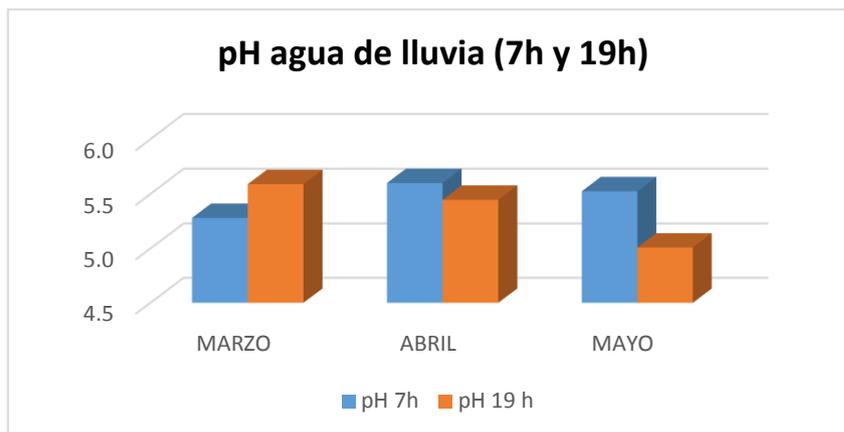


Gráfico N° 11. Ph de las aguas de lluvia estimadas en Cerro de Pasco 2017, según meses de estudio.

Cuadro Nro. 11. Valores promedio de Humedad relativa estimadas según calculo Psicométrico Cerro de Pasco 2017

| Humedad relativa | % |
|------------------|-------|
| 7 h | 80.6% |
| 13h | 65.1% |
| 17h | 81.8% |

Fuente: SENAMHI, 2017

<http://www.sc.edu.es/nmwmigaj/CartaPsy.htm>

Los Valores promedio de Humedad relativa estimadas según calculo Psicométrico Cerro de Pasco 2017, registrados a las 7, 13 y 17 horas presentaron menor humedad relativa en el día (13 horas), en tanto que por la mañana y la tarde la humedad relativa se incrementa.

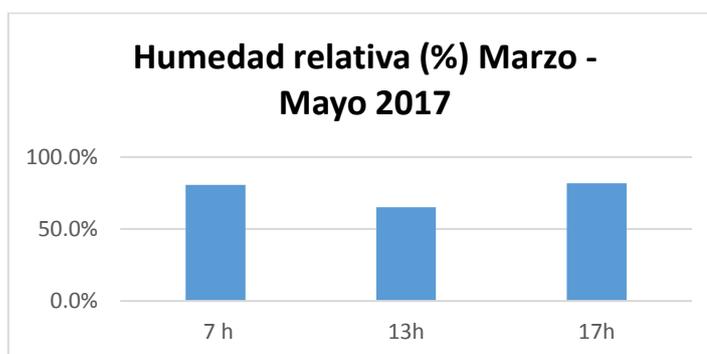


Gráfico N° 12. Valores promedio de Humedad relativa estimadas según calculo Psicométrico Cerro de Pasco 2017

Cuadro Nro. 12. Temperatura media y temperaturas mínimas y máximas absolutas promedios, Cerro de Pasco 2017

| Temp. Máx Absoluta | Temp. Mín Absoluta | Temp. Media |
|---------------------------|---------------------------|--------------------|
| 12.2 °C | -2.2 °C | 5.02 °C |

La Temperatura media de 5.02°C se ha reportado para el año 2017 y temperaturas mínimas absolutas de -2.2 °C y máximas absolutas promedios de 12.2°C durante el día para el año 2017.



Gráfico N° 13. Temperatura media y temperaturas mínimas y máximas absolutas promedios, Cerro de Pasco 2017

1. Causas y efectos de la generación de lluvias ácidas en la provincia de Pasco que causan daño a las infraestructuras y los ecosistemas.

Hornos de Cal en Sacrafamilia

La localidad de **Sacrafamilia** se encuentra Ubicado dentro del **Distrito de Simón Bolívar de Rancas**, perteneciente a la provincia de Pasco. Es una de las pocas canteras que abastece en casi su totalidad a la ciudad de Pasco y sus alrededores.

De esta cantera se extraen los agregados para el uso en las obras públicas y privadas, para la fabricación de bloques de concreto, que se realizan en la ciudad de Pasco, su explotación que comenzó artesanalmente hace más de 50 años atrás, y que hoy se explota en su mayor porcentaje mediante maquinaria.



Foto N° 1 Hornos en plena operación



Foto N° 2. Hornos artesanales de Sacrafamilia



Foto N° 3. Registro de alteración paisajística.

La laguna Patarcocha

La laguna Patarcocha está contaminada por los desagües de las viviendas que desembocan en sus aguas



Foto N° 4. Intentos de mejora en torno al lago Patarcocha.

Contaminación ambiental. La laguna Patarcocha, es un depósito de aguas servidas proveniente de varias viviendas que emana fétidos olores desde hace 10 años causando dolores de cabeza, sarpullidos, problemas respiratorios y otras enfermedades.



Foto N° 5. Ingreso de aguas residuales a la laguna Patarcocha

Afectación a infraestructura y monumentos

Muchos de los monumentos pétreos son afectados por la lluvia ácida, provocando el desgaste de las piezas de validez arqueológica, las piezas hechas con piedra caliza son afectadas porque el carbonato de calcio al estar en contacto con el ácido sulfúrico es transformado en

sulfato de calcio que es el yeso y el cual es fácilmente soluble en agua. (Bravo et al. 2006).

Acciones contra la lluvia ácida

Las causas y los efectos de la lluvia ácida ahora se comprenden bastante bien. Afortunadamente, los efectos han sido limitados, y no hay evidencia que sugiera que empeoren en las próximas décadas con las emisiones actuales. Casualmente, durante la década de 1980 las tecnologías para controlar las emisiones de los precursores de la lluvia ácida han avanzado rápidamente. Cuando se implementen por completo, reducirán las emisiones de las calderas de carbón a niveles tan bajos que el efecto sobre el medioambiente será indetectable. Se calcula que el esfuerzo de reducir las emisiones en los proyectos de ley actuales ante el Congreso costará del orden de los \$ 100 mil millones en los próximos 20 años y no resolverá el problema de forma permanente. Una política alternativa (RNSPS + 40), que consiste en ajustar las Nuevas Normas de Desempeño de la Fuente (a 0.1 libras de SO₂ por millón de BTU) para aprovechar al máximo las nuevas tecnologías avanzadas y establecer un límite de edad razonable (40 años) más allá del cual Las calderas anteriores a la NSPS deben cerrarse o controlarse, podrían eliminar el problema de la lluvia ácida a un costo neto cercano a cero. Todo lo que se requiere para esta solución más óptima es una cantidad moderada de sabiduría y paciencia. (Kulp, J.L. and Herrick, C.N. 1987 y Mohnen, V.A.1988).

4.2. Identificación de soluciones para aminorar la acidificación de las aguas.

Para identificar soluciones que involucren a la población y así aminorar la acidificación de las aguas, por ser el medio de mayor vulnerabilidad al ingresar este a la cadena trófica se ha planteado encuestas en la población de la provincia de Pasco, siendo los resultados:

Cuadro Nro. 13. Resumen de datos para aplicación de instrumentos.

| VARIABLES | N |
|--|-----------------------------|
| Nivel de estudios | 383 |
| Profesional | 16 |
| Universitario | 78 |
| Técnico | 40 |
| Secundaria | 76 |
| Primaria | 36 |
| Questionario | |
| 1. ¿El término "lluvia acida" está asociado a contaminación? | |
| 2. ¿Piensa usted que la lluvia ácida se produce por el hombre? | |
| 3. ¿Sabe que la lluvia ácida puede evitarse? | |
| 4. Las causas de la lluvia ácida están controlados por el gobierno | |
| 5. ¿Los gases que producen la lluvia acida los gobiernos locales las monitorean? | |
| 6. ¿Las consecuencias que nos dejaría la lluvia ácida en el futuro pudieran ser negativos? | |
| Escala Lickert | |
| 1 | Completamente de acuerdo |
| 2 | De acuerdo |
| 3 | Indiferente/no sabe |
| 4 | En desacuerdo |
| 5 | Completamente en desacuerdo |

Análisis de Fiabilidad

El método de consistencia interna basado en el alfa de Cronbach permite estimar la fiabilidad de un instrumento de medida a través de un conjunto de ítems que se espera que midan el mismo constructo o dimensión teórica.

La validez de un instrumento se refiere al grado en que el instrumento mide aquello que pretende medir.

La fiabilidad de la consistencia interna del instrumento se puede estimar con el alfa de Cronbach. La medida de la fiabilidad mediante el alfa de Cronbach asume que los ítems (medidos en escala tipo Likert) miden un mismo constructo y que están altamente correlacionados (Welch & Comer, 1988). Cuanto más cerca se encuentre el valor del alfa a 1 mayor es la consistencia interna de los ítems analizados. La fiabilidad de la escala debe obtenerse siempre con los datos de cada muestra para garantizar la medida fiable del constructo en la muestra concreta de investigación.

Como criterio general George y Mallery (2003) sugieren las evaluaciones siguientes para evaluar los coeficientes de Alfa de Cronbach:

Coeficiente alfa > .9 es excelente.

Coeficiente alfa > .8 es bueno.

Coeficiente alfa > .7 es aceptable.

Coeficiente alfa > .6 es cuestionable.

Coeficiente alfa > .5 es pobre.

Cuadro Nro. 14. Resumen de procesamiento de casos

| Casos | N | % |
|-----------------------|-----|-------|
| Válido | 383 | 100,0 |
| Excluido ^a | 0 | ,0 |
| Total | 383 | 100,0 |

a. La eliminación por lista se basa en todas las variables del procedimiento.

Cuadro Nro. 15. Estadísticas de fiabilidad

| Alfa de Cronbach | N de elementos |
|------------------|----------------|
| ,905 | 8 |

Coeficiente alfa > .9 es excelente.

1. ¿Cuál es su máximo nivel de estudios?

La población encuestada en la provincia de Pasco, ha tenido la participación de 383 individuos, los cuales se componían de 39.7%, 24% nivel universitario, 20.9% nivel técnico, 11.2% nivel primario y 4.2% nivel profesional.

Cuadro Nro. 16. Frecuencia ¿Cuál es su máximo nivel de estudios?

| | Frecuencia | Porcentaje | Porcentaje válido | Porcentaje acumulado |
|---------------|------------|------------|-------------------|----------------------|
| Primaria | 43 | 11,2 | 11,2 | 11,2 |
| Secundaria | 152 | 39,7 | 39,7 | 50,9 |
| Técnico | 80 | 20,9 | 20,9 | 71,8 |
| Universitario | 92 | 24,0 | 24,0 | 95,8 |
| Profesional | 16 | 4,2 | 4,2 | 100,0 |
| Total | 383 | 100,0 | 100,0 | |

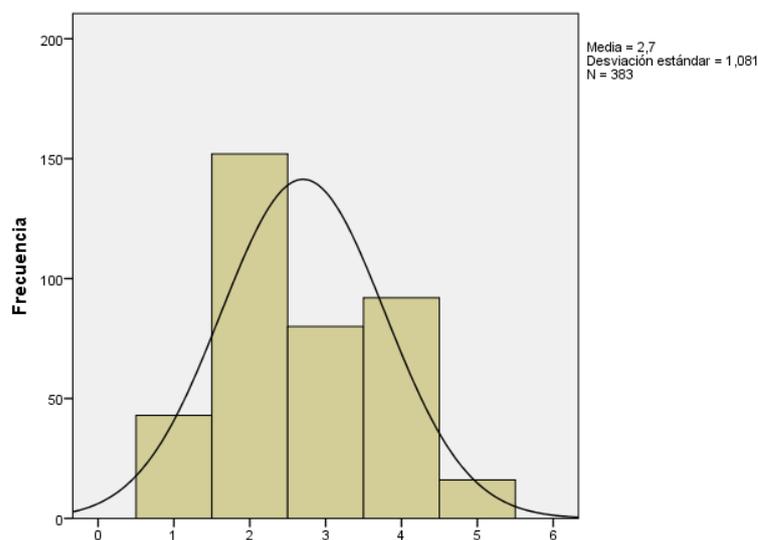


Gráfico N° 14. Frecuencia ¿Cuál es su máximo nivel de estudios?

2. ¿El término “lluvia acida” está asociado a contaminación?

A la pregunta del término “lluvia acida” asociado a contaminación, los consultados respondieron estar completamente de acuerdo con un 78.9% y un 10.7% de acuerdo, que suma 89.6%, respecto a un 4.7%

completamente en desacuerdo en asociar lluvia acida y contaminación.

Solo un 5.7% refiere no saber.

Tabla N° 17. Frecuencia ¿El término “lluvia acida” está asociado a contaminación?

| | Frecuencia | Porcentaje | Porcentaje válido | Porcentaje acumulado |
|-----------------------------|------------|------------|-------------------|----------------------|
| Completamente de acuerdo | 302 | 78,9 | 78,9 | 78,9 |
| De acuerdo | 41 | 10,7 | 10,7 | 89,6 |
| Indiferente/no sabe | 22 | 5,7 | 5,7 | 95,3 |
| Completamente en desacuerdo | 18 | 4,7 | 4,7 | 100,0 |
| Total | 383 | 100,0 | 100,0 | |

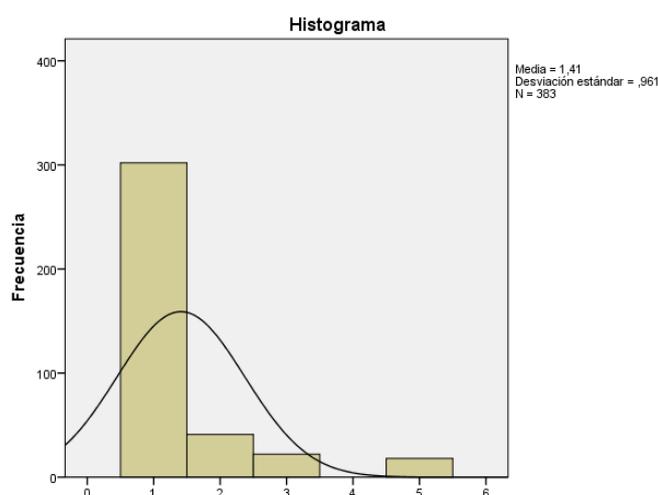


Gráfico N° 15. ¿El término “lluvia acida” está asociado a contaminación?

3. ¿Piensa usted que la lluvia ácida se produce por el hombre?

A la pregunta que la lluvia ácida se produce por el hombre, los consultados respondieron estar completamente de acuerdo con un 43.3% y un 24.3% de acuerdo, que suma 67.6%, respecto a un 57% completamente en desacuerdo y 15% en desacuerdo (72%) en asegurar que la lluvia acida se produzca por el hombre. Solo un 13.6% refiere no saberlo.

Tabla N°.18. Frecuencia ¿Piensa usted que la lluvia ácida se produce por el hombre?

| | | Frecuencia | Porcentaje | Porcentaje | Porcentaje |
|-----------------------------|----|------------|------------|------------|------------|
| | | a | e | válido | acumulado |
| Completamente de acuerdo | de | 166 | 43,3 | 43,3 | 43,3 |
| De acuerdo | | 93 | 24,3 | 24,3 | 67,6 |
| Indiferente/no sabe | | 52 | 13,6 | 13,6 | 81,2 |
| En desacuerdo | | 15 | 3,9 | 3,9 | 85,1 |
| Completamente en desacuerdo | en | 57 | 14,9 | 14,9 | 100,0 |
| Total | | 383 | 100,0 | 100,0 | |

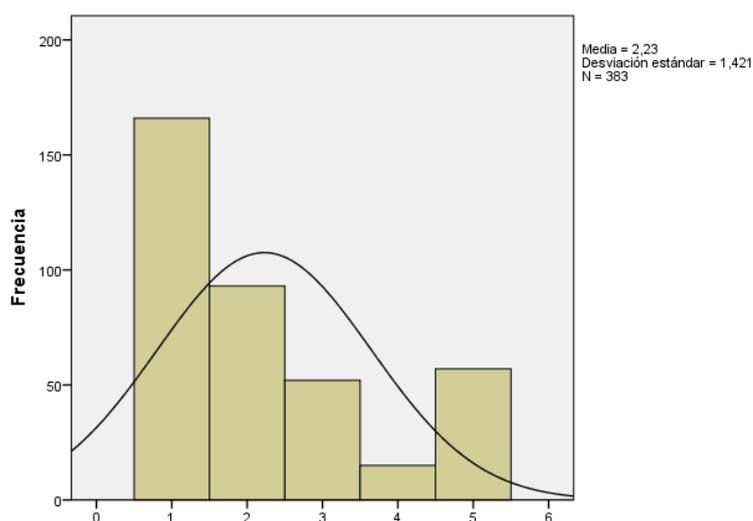


Gráfico N° 16. ¿Piensa usted que la lluvia ácida se produce por el hombre?

3. ¿Sabe que la lluvia ácida puede evitarse?

A la pregunta que la lluvia ácida puede evitarse, los consultados respondieron estar completamente de acuerdo con un 20.9% y un 33.7% de acuerdo, que suma 54.6%, respecto a un 63% completamente en desacuerdo en asegurar que la lluvia acida puede evitarse. Un 29% refiere no saberlo.

Cuadro N° 19. Frecuencia ¿Sabe que la lluvia ácida puede evitarse?

| | | Frecuencia | Porcentaje | Porcentaje válido | Porcentaje acumulado |
|-----------------------------|----|------------|--------------|-------------------|----------------------|
| Completamente de acuerdo | de | 80 | 20,9 | 20,9 | 20,9 |
| De acuerdo | | 129 | 33,7 | 33,7 | 54,6 |
| Indiferente/no sabe | | 111 | 29,0 | 29,0 | 83,6 |
| Completamente en desacuerdo | en | 63 | 16,4 | 16,4 | 100,0 |
| Total | | 383 | 100,0 | 100,0 | |

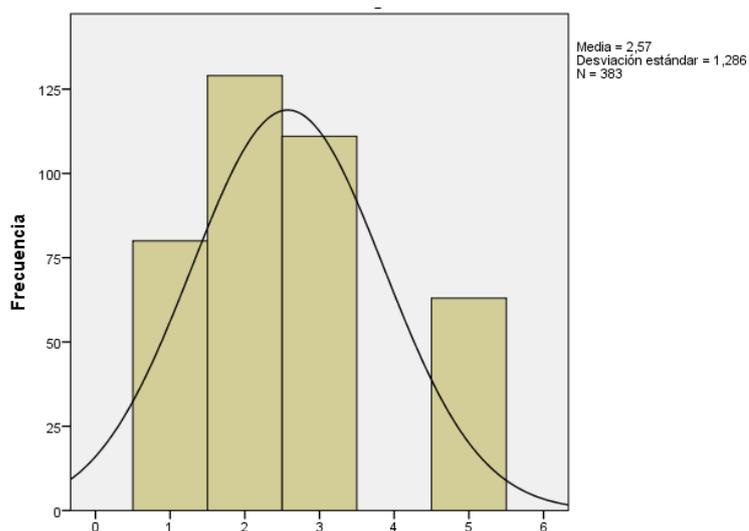


Gráfico N° 17. ¿Sabe que la lluvia ácida puede evitarse?

5. Las causas de la lluvia ácida están controladas por el gobierno

A la afirmación que las causas de la lluvia ácida están controladas por el gobierno, los consultados respondieron estar completamente de acuerdo un 4.7% y un 19.8% de acuerdo, que suma 24.5%, respecto a un 39.2% en desacuerdo y un 22.7% completamente en desacuerdo. Un 13.6% refiere no saberlo.

Cuadro N° 20. Las causas de la lluvia ácida están controladas por el gobierno

| | Frecuencia a | Porcentaje e | Porcentaje válido | Porcentaje acumulado |
|-----------------------------|-----------------|-----------------|----------------------|-------------------------|
| Completamente de acuerdo | 18 | 4,7 | 4,7 | 4,7 |
| De acuerdo | 76 | 19,8 | 19,8 | 24,5 |
| Indiferente/no sabe | 52 | 13,6 | 13,6 | 38,1 |
| En desacuerdo | 150 | 39,2 | 39,2 | 77,3 |
| Completamente en desacuerdo | 87 | 22,7 | 22,7 | 100,0 |
| Total | 383 | 100,0 | 100,0 | |

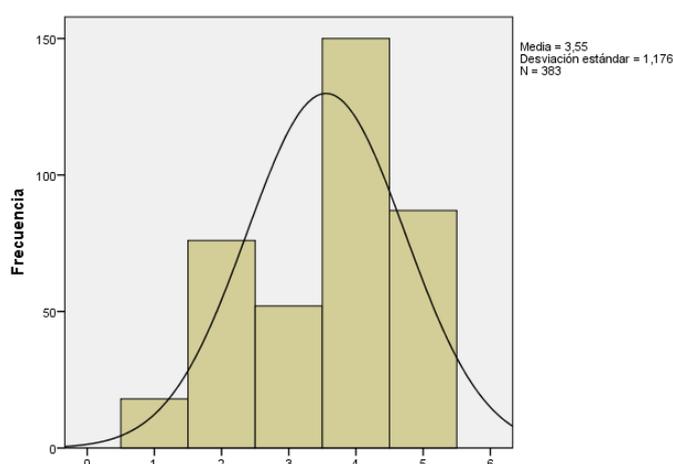


Gráfico N° 18. Las causas de la lluvia ácida están controlados por el gobierno

5. ¿Los gases que producen la lluvia acida los gobiernos locales las monitorean?

A la interrogante si los gases que producen la lluvia acida los gobiernos locales las monitorean, los consultados respondieron estar completamente de acuerdo un 6.8% y un 28.7% de acuerdo, que suma 35.5%, respecto a un 13.3% en desacuerdo y un 20.4% completamente en desacuerdo, (33.7% negativos). Un 30.8% refiere no saberlo.

Cuadro N° 21. Frecuencias ¿Los gases que producen la lluvia acida los gobiernos locales las monitorean?

| | Frecuencia | Porcentaje | Porcentaje válido | Porcentaje acumulado |
|-----------------------------|------------|--------------|-------------------|----------------------|
| Completamente de acuerdo | 26 | 6,8 | 6,8 | 6,8 |
| De acuerdo | 110 | 28,7 | 28,7 | 35,5 |
| Indiferente/no sabe | 118 | 30,8 | 30,8 | 66,3 |
| En desacuerdo | 51 | 13,3 | 13,3 | 79,6 |
| Completamente en desacuerdo | 78 | 20,4 | 20,4 | 100,0 |
| Total | 383 | 100,0 | 100,0 | |

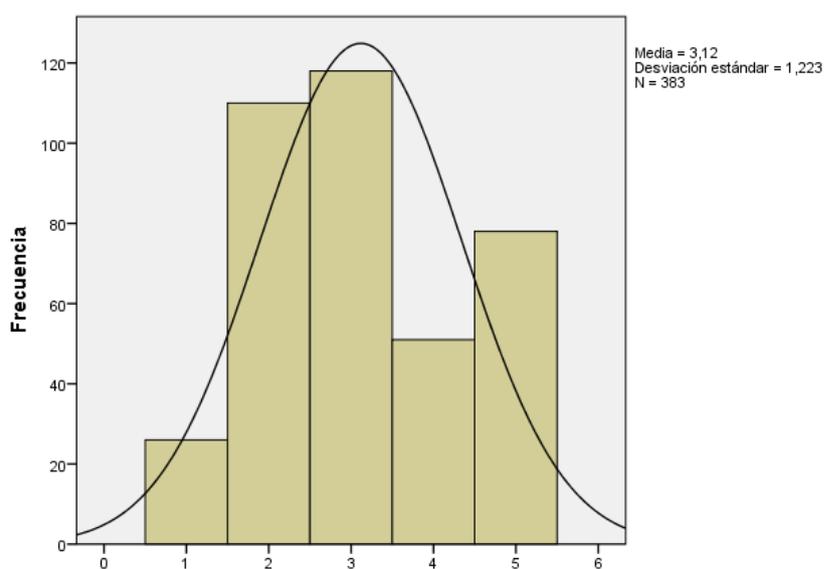


Gráfico N° 19. ¿Los gases que producen la lluvia acida los gobiernos locales las monitorean?

6. ¿Las consecuencias que nos dejaría la lluvia ácida en el futuro pudieran ser negativos?

A la interrogante si las consecuencias que nos dejaría la lluvia ácida en el futuro pudieran ser negativos, los consultados respondieron estar completamente de acuerdo un 30.3% y un 19.6% de acuerdo, que suma 49.9%, respecto a un 6% en desacuerdo y un 21.4% completamente en desacuerdo, (27.4% negativos). Un 22.7% refiere no saberlo.

Cuadro N°. 22. Frecuencias ¿Las consecuencias que nos dejaría la lluvia ácida en el futuro pudieran ser negativas?

| | Frecuencia | Porcentaje | Porcentaje válido | Porcentaje acumulado |
|-----------------------------|------------|--------------|-------------------|----------------------|
| Completamente de acuerdo | 116 | 30,3 | 30,3 | 30,3 |
| De acuerdo | 75 | 19,6 | 19,6 | 49,9 |
| Indiferente/no sabe | 87 | 22,7 | 22,7 | 72,6 |
| En desacuerdo | 23 | 6,0 | 6,0 | 78,6 |
| Completamente en desacuerdo | 82 | 21,4 | 21,4 | 100,0 |
| Total | 383 | 100,0 | 100,0 | |

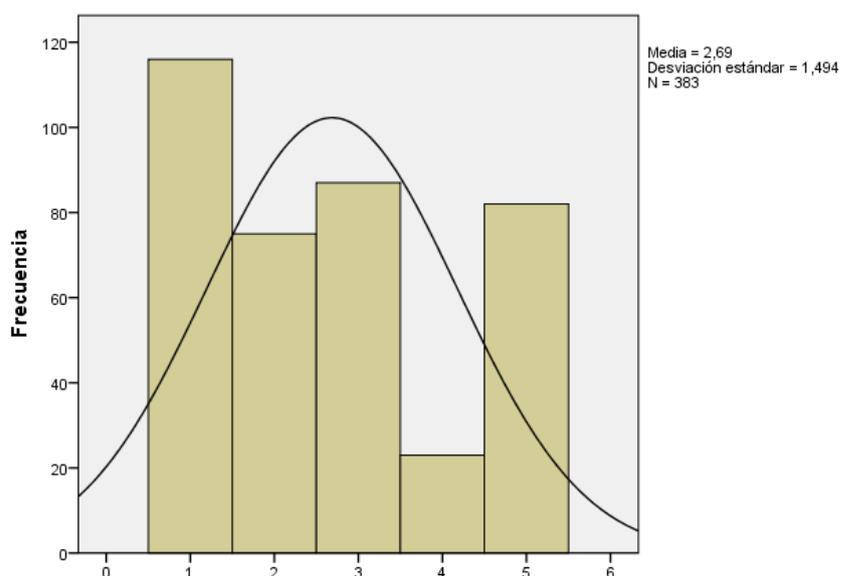


Gráfico N° 20. ¿Las consecuencias que nos dejaría la lluvia ácida en el futuro pudieran ser negativas?

7. ¿Los monumentos históricos en Pasco están siendo afectados por la lluvia ácida?

A la interrogante si las consecuencias que nos dejaría la lluvia ácida en el futuro pudieran ser negativas, los consultados respondieron estar completamente de acuerdo un 30.3% y un 19.6% de acuerdo, que suma 49.9%, respecto a un 6% en desacuerdo y un 21.4% completamente en desacuerdo, (27.4% negativos). Un 22.7% refiere no saberlo.

Cuadro N°. 23. Frecuencias ¿Los monumentos históricos en Pasco están siendo afectados por la lluvia ácida?

| | Frecuencia | Porcentaje | Porcentaje válido | Porcentaje acumulado |
|-----------------------------|------------|--------------|-------------------|----------------------|
| | a | e | | |
| Completamente de acuerdo | 55 | 14,4 | 14,4 | 14,4 |
| De acuerdo | 139 | 36,3 | 36,3 | 50,7 |
| Indiferente/no sabe | 95 | 24,8 | 24,8 | 75,5 |
| En desacuerdo | 74 | 19,3 | 19,3 | 94,8 |
| Completamente en desacuerdo | 20 | 5,2 | 5,2 | 100,0 |
| Total | 383 | 100,0 | 100,0 | |

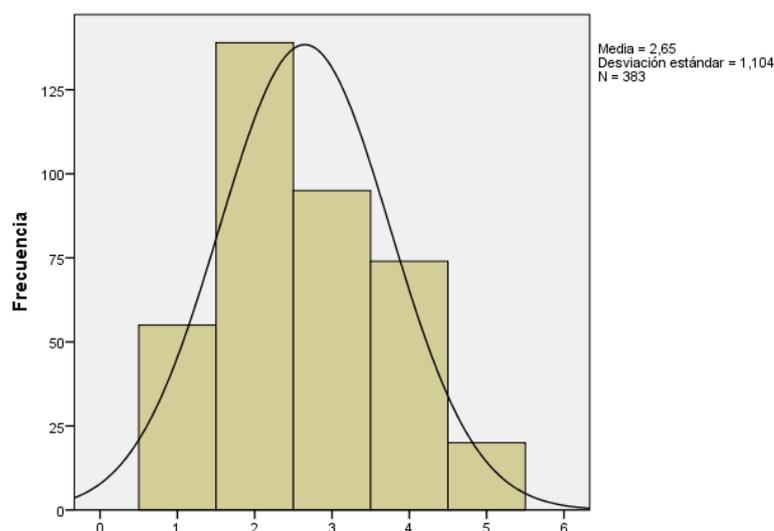


Gráfico N° 21. ¿Los monumentos históricos en Pasco están siendo afectados por la lluvia ácida?

Tablas cruzadas

1. ¿Cuál es su máximo nivel de estudios? * ¿El término “lluvia ácida” está asociado a contaminación?

A la interacción del nivel de estudios y la primera interrogante, puede encontrarse significación estadística ($p < 0.05$), a la prueba de chi cuadrado, entre las opiniones de las personas con nivel secundario, técnico, universitario y profesional, solo las personas con nivel primaria no muestran diferencia estadística ($p < 0.05$).

**Cuadro N° 24 Interacción ¿Cuál es su máximo nivel de estudios? *
¿El término “lluvia acida” está asociado a contaminación?**

| | | 1.¿El término “lluvia acida” está asociado a contaminación? | | | | Total | |
|---------------------------------------|---------------|---|------------------|---------------------|-----------------------------|-------------------|--------|
| | | Completamente de acuerdo | De acuerdo | Indiferente/no sabe | Completamente en desacuerdo | | |
| ¿Cuál es su máximo nivel de estudios? | Primaria | Recuento | 35 ^a | 2 ^a | 6 ^a | 0 ^a | 43 |
| | | % del total | 9,1% | 0,5% | 1,6% | 0,0% | 11,2% |
| | Secundaria | Recuento | 136 ^a | 2 ^b | 14 ^a | 0 ^b | 152 |
| | | % del total | 35,5% | 0,5% | 3,7% | 0,0% | 39,7% |
| | Técnico | Recuento | 72 ^a | 2 ^b | 2 ^{a, b} | 4 ^{a, b} | 80 |
| | | % del total | 18,8% | 0,5% | 0,5% | 1,0% | 20,9% |
| | Universitario | Recuento | 51 ^a | 31 ^b | 0 ^a | 10 ^b | 92 |
| | | % del total | 13,3% | 8,1% | 0,0% | 2,6% | 24,0% |
| | Profesional | Recuento | 8 ^a | 4 ^{a, b} | 0 ^{a, b} | 4 ^b | 16 |
| | | % del total | 2,1% | 1,0% | 0,0% | 1,0% | 4,2% |
| Total | | Recuento | 302 | 41 | 22 | 18 | 383 |
| | | % del total | 78,9% | 10,7% | 5,7% | 4,7% | 100,0% |

Cada letra del subíndice denota un subconjunto de 1. ¿El término “lluvia acida” está asociado a contaminación? categorías cuyas proporciones de columna no difieren de forma significativa entre sí en el nivel ,05.

Cuadro N° 25 Pruebas de chi-cuadrado

| | Valor | gl | Sig. asintótica (2 caras) |
|------------------------------|----------|----|---------------------------|
| Chi-cuadrado de Pearson | 125,615a | 12 | 4,6709E-21 |
| Razón de verosimilitud | 123,934 | 12 | 1,0128E-20 |
| Asociación lineal por lineal | 24,154 | 1 | 8,8932E-7 |
| N de casos válidos | 383 | | |

9 casillas (45,0%) han esperado un recuento menor que 5. El recuento mínimo esperado es ,75.

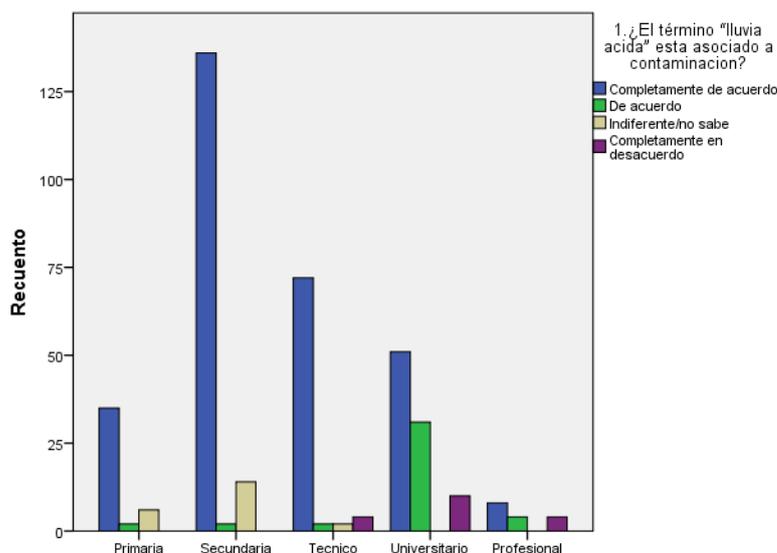


Gráfico N° 22. Interacción ¿Cuál es su máximo nivel de estudios? * ¿El término “lluvia acida” está asociado a contaminación?

2. ¿Cuál es su máximo nivel de estudios? * 2. ¿Piensa usted que la lluvia ácida se produce por el hombre?

A la interacción del nivel de estudios y la segunda interrogante, puede encontrarse significación estadística ($p < 0.05$), a la prueba de chi cuadrado, entre las opiniones de las personas con nivel técnico respecto al nivel primario al estar de acuerdo que la lluvia ácida lo produce el hombre. No se muestran diferencia estadística ($p < 0.05$) en los diferentes niveles de respuesta para los niveles de estudios con que cuenta el encuestado.

Cuadro N°. 26. ¿Cuál es su máximo nivel de estudios? * 2. ¿Piensa usted que la lluvia ácida se produce por el hombre?

| | | 2. ¿Piensa usted que la lluvia ácida se produce por el hombre? | | | | | Total | |
|-------------------|--------------------|--|-----------------------|----------------------------|----------------------|------------------------------------|-----------------------|-------|
| | | Completamen te de acuerdo | De acuerd o | Indiferen te/no sabe | En desacuerd o | Completament e en desacuerdo | | |
| Nivel de estudios | Primaria | Recuento | 35 _a | 0 _b | 0 _{b, c} | 0 _{a, b, c} | 8 _{a, c} | 43 |
| | | % del total | 9,1% | 0,0% | 0,0% | 0,0% | 2,1% | 11,2% |
| | Secundaria | Recuento | 76 _{a, b, c} | 30 _{c, d} | 30 _b | 0 _d | 16 _{a, c, d} | 152 |
| | | % del total | 19,8% | 7,8% | 7,8% | 0,0% | 4,2% | 39,7% |
| | Técnico | Recuento | 42 _a | 30 _a | 0 _b | 0 _{a, b} | 8 _{a, b} | 80 |
| | | % del total | 11,0% | 7,8% | 0,0% | 0,0% | 2,1% | 20,9% |
| | Universitari o | Recuento | 13 _a | 25 _b | 22 _b | 14 _c | 18 _b | 92 |
| | | % del total | 3,4% | 6,5% | 5,7% | 3,7% | 4,7% | 24,0% |
| | Profesional | Recuento | 0 _a | 8 _b | 0 _{a, b} | 1 _b | 7 _b | 16 |
| | | % del total | 0,0% | 2,1% | 0,0% | 0,3% | 1,8% | 4,2% |
| Total | Recuento | 166 | 93 | 52 | 15 | 57 | 383 | |
| | % del total | 43,3% | 24,3% | 13,6% | 3,9% | 14,9% | 100,0% | |

Cada letra del subíndice denota un subconjunto de 2. ¿Piensa usted que la lluvia ácida se produce por el hombre? categorías cuyas proporciones de columna no difieren de forma significativa entre sí en el nivel ,05.

Cuadro N° 27. Pruebas de chi-cuadrado

| | Valor | gl | Sig. asintótica (2 caras) |
|------------------------------|----------------------|----|------------------------------|
| Chi-cuadrado de Pearson | 149,969 ^a | 16 | 7,9244E-24 |
| Razón de verosimilitud | 180,983 | 16 | 5,3499E-30 |
| Asociación lineal por lineal | 37,143 | 1 | 1,0976E-9 |
| N de casos válidos | 383 | | |

7 casillas (28,0%) han esperado un recuento menor que 5. El recuento mínimo esperado es ,63.

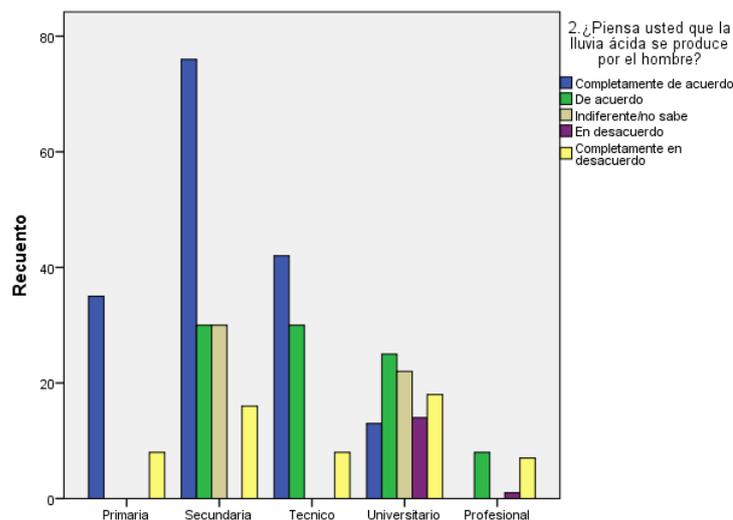


Gráfico N° 23. ¿Cuál es su máximo nivel de estudios? * 2. ¿Piensa usted que la lluvia ácida se produce por el hombre?

3. ¿Cuál es su máximo nivel de estudios? * 3. ¿Sabe que la lluvia ácida puede evitarse?

A la interacción del nivel de estudios y la tercera interrogante, puede encontrarse significación estadística ($p < 0.05$), a la prueba de chi cuadrado, entre las opiniones de las personas dentro de cada nivel respecto a los diferentes niveles de respuesta para los niveles de estudios con que cuenta el encuestado.

Cuadro N° 28. ¿Cuál es su máximo nivel de estudios? * 3. ¿Sabe que la lluvia ácida puede evitarse

| | | 3. ¿Sabe que la lluvia ácida puede evitarse? | | | | Total | |
|---------------------------------------|---------------|--|-------------------|----------------------|-----------------------------|-------------------|--------|
| | | Completament e de acuerdo | De acuerdo | Indiferente/ no sabe | Completamente en desacuerdo | | |
| ¿Cuál es su máximo nivel de estudios? | Primaria | Recuento | 18 _a | 7 _b | 10 _{a, b} | 8 _{a, b} | 43 |
| | | % del total | 4,7% | 1,8% | 2,6% | 2,1% | 11,2% |
| | Secundaria | Recuento | 62 _a | 42 _b | 32 _b | 16 _b | 152 |
| | | % del total | 16,2% | 11,0% | 8,4% | 4,2% | 39,7% |
| | Técnico | Recuento | 0 _a | 72 _b | 0 _a | 8 _c | 80 |
| | | % del total | 0,0% | 18,8% | 0,0% | 2,1% | 20,9% |
| | Universitario | Recuento | 0 _a | 0 _a | 69 _b | 23 _c | 92 |
| | | % del total | 0,0% | 0,0% | 18,0% | 6,0% | 24,0% |
| | Profesional | Recuento | 0 _{a, b} | 8 _{b, c} | 0 _a | 8 _c | 16 |
| | | % del total | 0,0% | 2,1% | 0,0% | 2,1% | 4,2% |
| | Total | Recuento | 80 | 129 | 111 | 63 | 383 |
| | | % del total | 20,9% | 33,7% | 29,0% | 16,4% | 100,0% |

Cada letra del subíndice denota un subconjunto de 3. ¿Sabe que la lluvia ácida puede evitarse? categorías cuyas proporciones de columna no difieren de forma significativa entre sí en el nivel ,05.

Cuadro N° 29. Pruebas de chi-cuadrado

| | Valor | gl | Sig. asintótica (2 caras) |
|------------------------------|----------------------|----|------------------------------|
| Chi-cuadrado de Pearson | 309,507 ^a | 12 | 4,7264E-59 |
| Razón de verosimilitud | 352,179 | 12 | 4,8655E-68 |
| Asociación lineal por lineal | 55,040 | 1 | 1,1811E-13 |
| N de casos válidos | 383 | | |

a. 3 casillas (15,0%) han esperado un recuento menor que 5. El recuento mínimo esperado es 2,63.

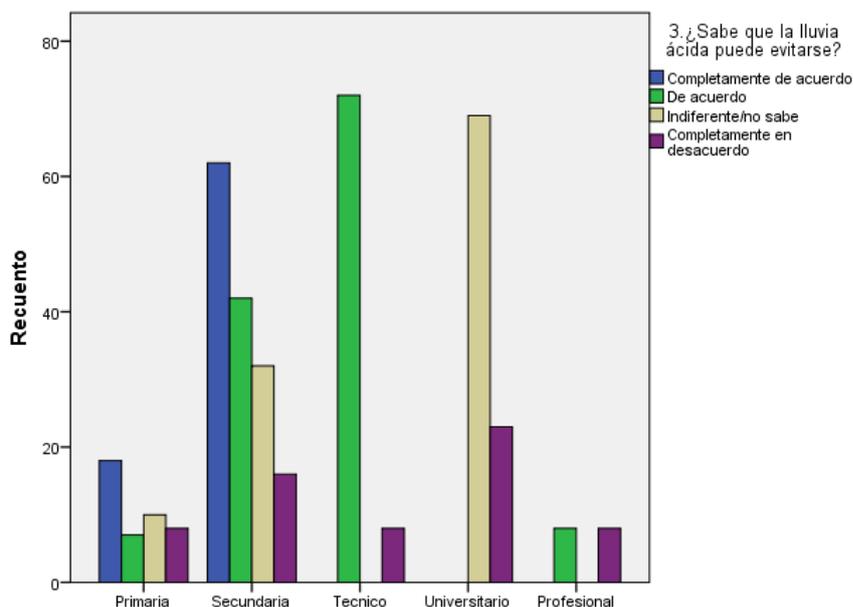


Gráfico N° 24. ¿Cuál es su máximo nivel de estudios? * 3. ¿Sabe que la lluvia ácida puede evitarse?

4. ¿Cuál es su máximo nivel de estudios? * 4. Las causas de la lluvia ácida están controladas por el gobierno

A la interacción del nivel de estudios y la cuarta interrogante, puede encontrarse significación estadística ($p < 0.05$), a la prueba de chi cuadrado, entre las opiniones de las personas dentro de cada nivel respecto a los diferentes niveles de respuesta para los niveles de estudios con que cuenta el encuestado.

Cuadro N° 30. ¿Cuál es su máximo nivel de estudios? * 4. Las causas de la lluvia ácida están controladas por el gobierno

| | | 4. Las causas de la lluvia ácida están controlados por el gobierno | | | | | Total | |
|-------------------|---------------|--|----------------------------|----------------------|-------------------|-----------------------------|-------------------------|--------|
| | | Completamente de acuerdo | De acuerdo | Indiferente /no sabe | En desacuerdo | Completamente en desacuerdo | | |
| Nivel de estudios | Primaria | Recuento | 4 _{a, b, c} | 14 _c | 0 _d | 8 _{b, d} | 17 _{a, c} | 43 |
| | | % del total | 1,0% | 3,7% | 0,0% | 2,1% | 4,4% | 11,2% |
| | Secundaria | Recuento | 2 _a | 40 _b | 48 _c | 46 _a | 16 _a | 152 |
| | | % del total | 0,5% | 10,4% | 12,5% | 12,0% | 4,2% | 39,7% |
| | Técnico | Recuento | 4 _{a, b, c, d, e} | 10 _{d, e} | 4 _{c, e} | 54 _b | 8 _{a, c, d, e} | 80 |
| | | % del total | 1,0% | 2,6% | 1,0% | 14,1% | 2,1% | 20,9% |
| | Universitario | Recuento | 0 _{a, b, c} | 12 _c | 0 _b | 39 _{a, c} | 41 _d | 92 |
| | | % del total | 0,0% | 3,1% | 0,0% | 10,2% | 10,7% | 24,0% |
| | Profesional | Recuento | 8 _a | 0 _b | 0 _b | 3 _b | 5 _b | 16 |
| | | % del total | 2,1% | 0,0% | 0,0% | 0,8% | 1,3% | 4,2% |
| Total | | Recuento | 18 | 76 | 52 | 150 | 87 | 383 |
| | | % del total | 4,7% | 19,8% | 13,6% | 39,2% | 22,7% | 100,0% |

Cada letra del subíndice denota un subconjunto de 4. Las causas de la lluvia ácida están controladas por el gobierno categorías cuyas proporciones de columna no difieren de forma significativa entre sí en el nivel ,05.

Cuadro N° 31. Pruebas de chi-cuadrado

| | Valor | gl | Sig. asintótica (2 caras) |
|------------------------------|----------------------|----|---------------------------|
| Chi-cuadrado de Pearson | 222,070 ^a | 16 | 2,6423E-38 |
| Razón de verosimilitud | 193,343 | 16 | 1,7503E-32 |
| Asociación lineal por lineal | 13,741 | 1 | 0,000210 |
| N de casos válidos | 383 | | |

a. 7 casillas (28,0%) han esperado un recuento menor que 5. El recuento mínimo esperado es ,75.

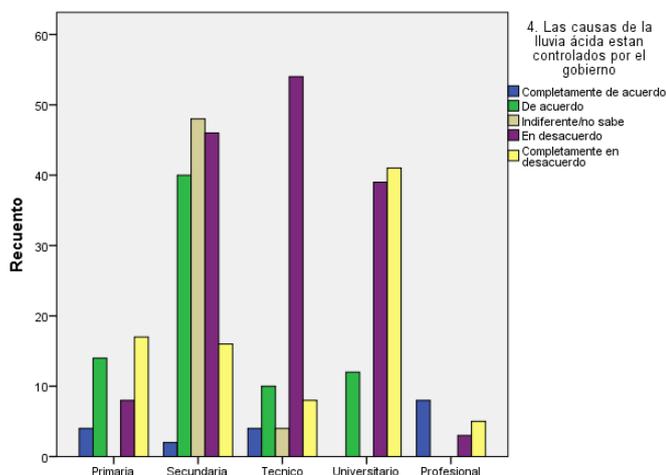


Gráfico N° 25. ¿Cuál es su máximo nivel de estudios? * 4. Las causas de la lluvia ácida están controladas por el gobierno.

5. ¿Cuál es su máximo nivel de estudios? * 5. ¿Los gases que producen la lluvia acida los gobiernos locales las monitorean?

A la interacción del nivel de estudios y la quinta interrogante, puede encontrarse significación estadística ($p < 0.05$), a la prueba de chi cuadrado, entre las opiniones de las personas dentro de cada nivel respecto a los diferentes niveles de respuesta para los niveles de estudios con que cuenta el encuestado.

Cuadro N° 32. ¿Cuál es su máximo nivel de estudios? * 5. ¿Los gases que producen la lluvia acida los gobiernos locales las monitorean?

| | | 5.¿Los gases que producen la lluvia acida los gobiernos locales las monitorean? | | | | | Total | |
|-------------------|---------------|---|-------------------------------|----------------------------|----------------------------|------------------------------------|-----------------------------|----------------------------|
| | | Completam ente de acuerdo | De acuer do | Indiferen te/no sabe | En desacuer do | Completament e en desacuerdo | | |
| Nivel de estudios | Primaria | Recuento % del total | 4 _a 1,0% | 14 _{a, b} 3,7% | 25 _a 6,5% | 0 _{b, c} 0,0% | 0 _c 0,0% | 43 11,2% |
| | Secundaria | Recuento % del total | 10 _{a, b, c} 2,6% | 60 _c 15,7% | 20 _b 5,2% | 18 _{a, b, c} 4,7% | 44 _{a, c} 11,5% | 152 39,7% |
| | Técnico | Recuento % del total | 12 _a 3,1% | 12 _b 3,1% | 30 _{a, c} 7,8% | 14 _{a, b, c} 3,7% | 12 _{b, c} 3,1% | 80 20,9% |
| | Universitario | Recuento % del total | 0 _a 0,0% | 24 _{a, b} 6,3% | 39 _b 10,2% | 19 _b 5,0% | 10 _a 2,6% | 92 24,0% |
| | Profesional | Recuento % del total | 0 _{a, b} 0,0% | 0 _b 0,0% | 4 _b 1,0% | 0 _b 0,0% | 12 _a 3,1% | 16 4,2% |
| | Total | Recuent o % del total | 26 6,8% | 110 28,7% | 118 30,8% | 51 13,3% | 78 20,4% | 383 100,0 % |

Cada letra del subíndice denota un subconjunto de 5. ¿Los gases que producen la lluvia acida los gobiernos locales las monitorean? categorías cuyas proporciones de columna no difieren de forma significativa entre sí en el nivel ,05.

Cuadro N° 33. Pruebas de chi-cuadrado

| | Valor | gl | Sig. asintótica (2 caras) |
|------------------------------|----------------------|----|------------------------------|
| Chi-cuadrado de Pearson | 119,013 ^a | 16 | 8,5024E-18 |
| Razón de verosimilitud | 137,558 | 16 | 2,1636E-21 |
| Asociación lineal por lineal | 13,347 | 1 | 0,000259 |
| N de casos válidos | 383 | | |

6 casillas (24,0%) han esperado un recuento menor que 5. El recuento mínimo esperado es

1,09._a

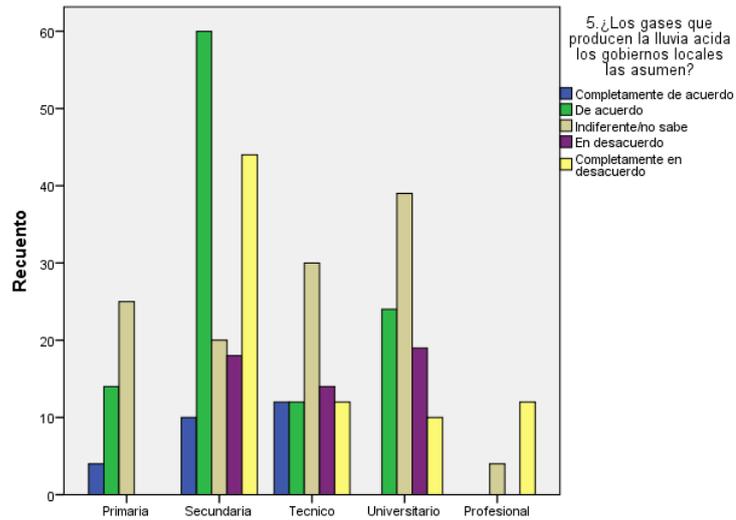


Gráfico N° 26. ¿Cuál es su máximo nivel de estudios? * 5. ¿Los gases que producen la lluvia ácida los gobiernos locales las monitorean?

6. ¿Cuál es su máximo nivel de estudios? * 6. ¿Las consecuencias que nos dejaría la lluvia ácida en el futuro pudieran ser negativos?

A la interacción del nivel de estudios y la sexta interrogante, puede encontrarse significación estadística ($p < 0.05$), a la prueba de chi cuadrado, entre las opiniones de las personas dentro de cada nivel respecto a los diferentes niveles de respuesta para los niveles de estudios con que cuenta el encuestado exceptuando el de nivel primaria, donde estadísticamente se muestra homogeneidad.

Cuadro N° 34. ¿Cuál es su máximo nivel de estudios? * 6.¿Las consecuencias que nos dejaría la lluvia ácida en el futuro pudieran ser negativos?

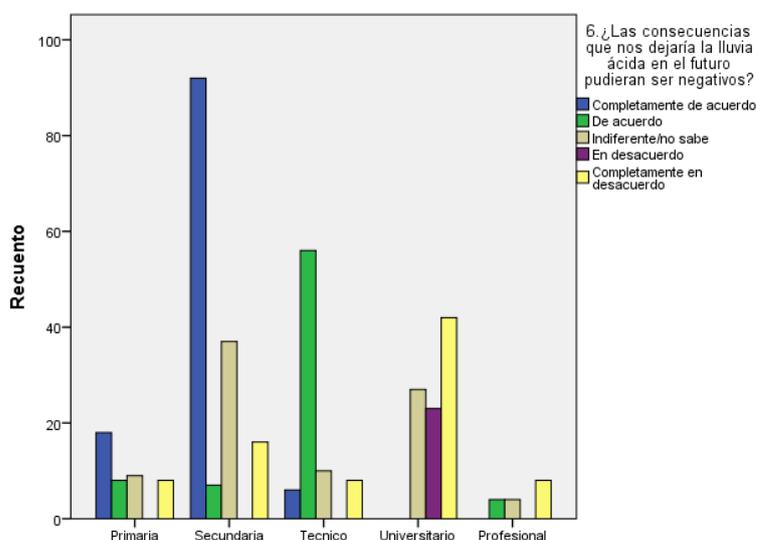
| | | 6.¿Las consecuencias que nos dejaría la lluvia ácida en el futuro pudieran ser negativos? | | | | | Total | |
|-------------------|---------------|---|-----------------|-------------------------|-------------------|--------------------------------|-----------------|-------|
| | | Completamen te de acuerdo | De acuerdo | Indiferente /no sabe | En desacuerdo | Completamente en desacuerdo | | |
| Nivel de estudios | Primaria | Recuento | 18 _a | 8 _a | 9 _a | 0 _a | 8 _a | 43 |
| | | % del total | 4,7% | 2,1% | 2,3% | 0,0% | 2,1% | 11,2% |
| | Secundaria | Recuento | 92 _a | 7 _b | 37 _c | 0 _b | 16 _b | 152 |
| | | % del total | 24,0% | 1,8% | 9,7% | 0,0% | 4,2% | 39,7% |
| | Técnico | Recuento | 6 _a | 56 _b | 10 _a | 0 _a | 8 _a | 80 |
| | | % del total | 1,6% | 14,6% | 2,6% | 0,0% | 2,1% | 20,9% |
| | Universitario | Recuento | 0 _a | 0 _a | 27 _b | 23 _c | 42 _b | 92 |
| | | % del total | 0,0% | 0,0% | 7,0% | 6,0% | 11,0% | 24,0% |
| | Profesional | Recuento | 0 _a | 4 _{a, b} | 4 _{a, b} | 0 _{a, b} | 8 _b | 16 |
| | | % del total | 0,0% | 1,0% | 1,0% | 0,0% | 2,1% | 4,2% |
| Total | Recuento | 116 | 75 | 87 | 23 | 82 | 383 | |
| | % del total | 30,3% | 19,6% | 22,7% | 6,0% | 21,4% | 100,0% | |

Cada letra del subíndice denota un subconjunto de 6.¿Las consecuencias que nos dejaría la lluvia ácida en el futuro pudieran ser negativos? categorías cuyas proporciones de columna no difieren de forma significativa entre sí en el nivel ,05.

Cuadro N° 35. Pruebas de chi-cuadrado

| | Valor | gl | Sig. asintótica (2 caras) |
|---------------------------------|----------------------|----|---------------------------------|
| Chi-cuadrado de Pearson | 357,028 ^a | 16 | 2,7496E-20 |
| Razón de verosimilitud | 357,772 | 16 | 2,0796E-20 |
| Asociación lineal por lineal | 96,723 | 1 | 0,000002 |
| N de casos válidos | 383 | | |

a. 7 casillas (28,0%) han esperado un recuento menor que 5. El recuento mínimo esperado es ,96.



*Gráfico N° 27. ¿Cuál es su máximo nivel de estudios? * 6.¿Las consecuencias que nos dejaría la lluvia ácida en el futuro pudieran ser negativos?*

7. ¿Cuál es su máximo nivel de estudios? *7. ¿Los monumentos históricos en Pasco están siendo afectados por la lluvia ácida?

A la interacción del nivel de estudios y la séptima interrogante, puede encontrarse significación estadística ($p < 0.05$), a la prueba de chi cuadrado, entre las opiniones de las personas dentro de cada nivel respecto a los diferentes niveles de respuesta para los niveles de estudios con que cuenta el encuestado.

Cuadro N° 36. ¿Cuál es su máximo nivel de estudios? *7. ¿Los monumentos históricos en Pasco están siendo afectados por la lluvia ácida?

| | | 7.¿Los monumentos históricos en Pasco están siendo afectados por la lluvia ácida? | | | | | Total | |
|-------------------|------------------------|---|-----------------|-------------------------|----------------------|------------------------------------|-------------------|-------|
| | | Completamen te de acuerdo | De acuerdo | Indiferent e/no sabe | En desacuer do | Completamen te en desacuerdo | | |
| Nivel de estudios | Primaria | Recuento | 18 _a | 8 _b | 9 _b | 4 _b | 4 _{a, b} | 43 |
| | | % del total | 4,7% | 2,1% | 2,3% | 1,0% | 1,0% | 11,2% |
| | Secundaria | Recuento | 37 _a | 62 _b | 37 _b | 8 _c | 8 _{a, b} | 152 |
| | | % del total | 9,7% | 16,2% | 9,7% | 2,1% | 2,1% | 39,7% |
| | Técnico | Recuento | 0 _a | 62 _b | 10 _{a, c} | 4 _{a, c} | 4 _{b, c} | 80 |
| | | % del total | 0,0% | 16,2% | 2,6% | 1,0% | 1,0% | 20,9% |
| | Universitari o | Recuento | 0 _a | 0 _a | 38 _b | 54 _c | 0 _a | 92 |
| | | % del total | 0,0% | 0,0% | 9,9% | 14,1% | 0,0% | 24,0% |
| | Profesional | Recuento | 0 _a | 7 _{a, b} | 1 _a | 4 _{a, b} | 4 _b | 16 |
| | | % del total | 0,0% | 1,8% | 0,3% | 1,0% | 1,0% | 4,2% |
| Total | Recuento | 55 | 139 | 95 | 74 | 20 | 383 | |
| | % del total | 14,4% | 36,3% | 24,8% | 19,3% | 5,2% | 100,0% | |

Cada letra del subíndice denota un subconjunto de 7.¿Los monumentos históricos en Pasco están siendo afectados por la lluvia ácida? categorías cuyas proporciones de columna no difieren de forma significativa entre sí en el nivel ,05.

Cuadro N° 37. Pruebas de chi-cuadrado

| | Valor | gl | Sig. asintótica (2 caras) |
|---------------------------------|----------------------|----|---------------------------------|
| Chi-cuadrado de Pearson | 271,813 ^a | 16 | 1,6964E-48 |
| Razón de verosimilitud | 297,423 | 16 | 8,7135E-54 |
| Asociación lineal por lineal | 73,466 | 1 | 1,0237E-17 |
| N de casos válidos | 383 | | |

a 7 casillas (28,0%) han esperado un recuento menor que 5. El recuento mínimo esperado es ,84.

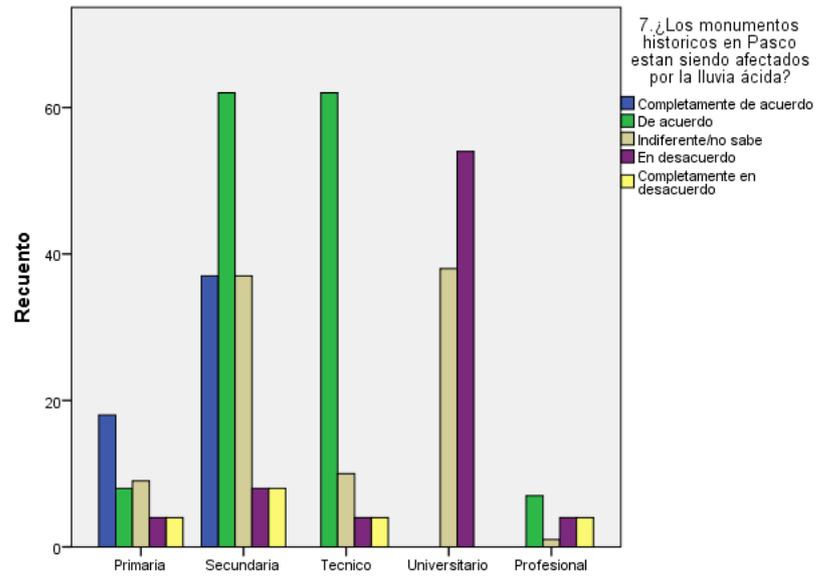


Gráfico N° 28. ¿Cuál es su máximo nivel de estudios? *7. ¿Los monumentos históricos en Pasco están siendo afectados por la lluvia ácida?

CAPITULO V:

DISCUSIÓN

5.1. Estudio climatológico y aplicación del método del PH metro para comprobar la existencia de lluvias ácidas en la provincia de Pasco de la localidad y determinar su relación con el comportamiento de la lluvia ácida.

Investigando el estado de acidez o alcalinidad de la precipitación pluvial en el Valle de Huánuco entre los meses de abril a octubre del 2013 (Mercedes A. y Hurtado A. 2016), A partir de los resultados obtenidos, se formularon las relaciones entre la cantidad de precipitación pluvial/día y el rango de pH del agua recolectada. La recolección de las muestras se realizó en la Estación Climatológica Principal N° 404, ubicada en el Instituto de Investigación Frutícola Olerícola de la UNHEVAL, las que se sometieron al análisis del pH

usando el método potenciométrico. Los resultados indican que el total acumulado de precipitación pluvial entre los meses de abril a octubre del 2013 fue de 216.5 mm de pp. La frecuencia más baja fue de 04 en el mes de setiembre; mientras que la más alta se registró en octubre con una frecuencia de 13. La precipitación pluvial más alta se produjo en el mes de abril, con un valor de 63.0 mm de pp; la mínima se registró en el mes de setiembre con un valor de 7.8 mm de pp, superiores a los obtenidos en el presente trabajo de investigación.

El rango más alto de pH se observó en el mes de mayo con un valor de 7.17; el más bajo fue 5.19 en el mes de setiembre (temporada menos lluviosa), el mismo que se encuentra por debajo del límite permisible de pH que es de 5.6. Los resultados anteriores que revelan la presencia de lluvias ácidas en el Valle de Huánuco durante el mes de setiembre, revelan la necesidad de ampliar el estudio del pH de las precipitaciones pluviales en períodos mucho más prolongados, para establecer con mayor precisión la frecuencia y las razones por las cuales se producen (Mercedes A. y Hurtado A. 2016).

La lluvia ácida se crea por la formación de ácidos del óxido de nitrógeno y dióxido de azufre, los cuales se precipitan a la tierra en forma de lluvia, nieve, niebla o partículas sólidas. Estos óxidos son emitidos tanto de forma natural como erupciones volcánicas o por la acción del ser humano con la quema de combustible fósil. Tienen

diversos efectos como la destrucción de los ecosistemas por acidificación de los suelos y aguas, y problemas respiratorios en la persona. Actualmente sigue ocurriendo este fenómeno, aunque apenas se habla de él, habiendo una gran contaminación en países como China e India, (Ruiz Serrano DS. 2016)

El aumento en el consumo de combustibles como el carbón, el petróleo y el gas natural, utilizados en industrias y vehículos, así como para la producción de electricidad, ha contribuido a aumentar la concentración en la atmósfera de gases como el dióxido de carbono (CO_2) y el metano (CH_4), principales responsables del efecto invernadero. Esto, aunado a la destrucción de la capa de ozono, causada principalmente por contaminantes tales como los compuestos fluorocarburos (C.C), ha tenido como resultado el calentamiento de nuestro planeta. Investigaciones efectuadas por la comunidad científica mundial prevén que la temperatura media en la superficie de la Tierra aumentará medio grado cada diez años durante el siglo XXI. En la actualidad podemos ya notar cambios debido al aumento de temperatura, uno de ellos es el nivel del mar, que en el transcurso de los últimos 100 años ha aumentado entre 10 y 25cm. A este ritmo, en un futuro próximo, en las zonas lluviosas se incrementarán las precipitaciones y las zonas áridas lo serán aún más, mientras que los hielos polares comenzarán a derretirse. Contaminantes como los óxidos de azufre (SO_x) y óxidos de nitrógeno (NO_x), emitidos por los vehículos automotores y las

industrias, pueden provocar lluvias ácidas. que deterioran edificios, plantas y seres vivos. Los primeros efectos producidos por las lluvias ácidas se detectaron en cientos de lagos escandinavos, alrededor de los años 60. En la actualidad, más de 18,000 lagos están acidificados, lo que provoca graves daños sobre la vida acuática, así como la pérdida de sus poblaciones piscícolas. El zinc y el estaño, junto con las aleaciones Zn-Sn, son empleados en la industria como recubrimientos del acero frente a la corrosión. Uno de sus usos más frecuentes es el galvanizado para exteriores, el cual es afectado por la corrosión debido a la lluvia ácida. El objetivo del trabajo es evaluar el comportamiento electroquímico que presentan las aleaciones Zn-Sn, con respecto a los metales puros, en una solución acuosa de lluvia ácida simulada compuesta por 31,85 mg/L H₂SO₄, 15,75 mg/L HNO₃, 21,25 mg/L NaNO₃, 46,20 mg/L (NH₄)₂SO₄, 31,95 mg/L Na₂SO₄, 84,85 mg/L NaCl, con un pH entre 3,5 y 4,0, a temperatura ambiente (25°C). Para ello, se emplearon probetas de aleaciones con diferentes porcentajes en peso de estaño (6, 10 y 50), y de los metales puros, solidificadas horizontalmente. Se tomaron muestras de cada estructura de grano revelada y se las desbastaron con papeles de SiC, de granulometría entre #60 y #1200. Posteriormente, se realizaron medidas de polarización potenciodinámica en una celda electroquímica convencional de tres electrodos y ensayos de inmersión. Cada probeta se examinó mediante microscopía óptica, antes y después de realizar los

ensayos. De las curvas potencio dinámicas se observó para los cortes transversales, que a medida que aumenta el contenido de estaño en la aleación, los potenciales tienden a valores más nobles. A partir de los ensayos de inmersión se denotó que la estructura columnar de zinc y las aleaciones presentan una mayor pérdida de masa que las demás estructuras. Además, el zinc y las aleaciones presentaron la velocidad máxima de corrosión al primer día de inmersión, para todas las estructuras de grano. En las micrografías se evidenció que el zinc presentó corrosión generalizada. (Scheiber VL, Mèndez CM, Ares AE. 2015).

5.2. Causas y Efectos de la generación de lluvias ácidas en la provincia de Pasco que causan daño a las infraestructuras y los ecosistemas.

Por efecto de la civilización industrial y del desarrollo tecnológico de nuestros tiempos, se origina la “lluvia ácida”, que es la precipitación en forma de lluvia, nieve, aguanieve, granizo o niebla con altas concentraciones de ácido sulfúrico (H_2SO_4), ácido nítrico (HNO_3) y ácido carbónico (H_2CO_3). El aumento de la lluvia ácida ha tenido efectos considerables en los ecosistemas: los bosques del mundo se están muriendo y sus cuerpos de agua no pueden sostener a las poblaciones normales de peces. Asimismo, disminuye el rendimiento agrícola y se corroen el mármol, metal y piedra en las ciudades (Granados D, López GF y Hernández MA. 2010).

Por efecto de la civilización industrial y del desarrollo tecnológico de nuestros tiempos, se origina la “lluvia ácida”, que es la precipitación en forma de lluvia, nieve, aguanieve, granizo o niebla con altas concentraciones de ácido sulfúrico (H_2SO_4), ácido nítrico (HNO_3) y ácido carbónico (H_2CO_3). El aumento de la lluvia ácida ha tenido efectos considerables en los ecosistemas: los bosques del mundo se están muriendo y sus cuerpos de agua no pueden sostener a las poblaciones normales de peces. Asimismo, disminuye el rendimiento agrícola y se corroen el mármol, metal y piedra en las ciudades, (Granados D, López GF y Hernández MA. 2010).

La lluvia ácida es un fenómeno ligado con la alta producción dependiente, principalmente, del consumo de combustibles fósiles y de ciertas prácticas agrícolas como las quemas, que al liberar indiscriminadamente sustancias como los óxidos de azufre y de nitrógeno a la atmósfera, aportan la materia prima para la formación de los ácidos sulfúrico y nítrico, que posteriormente retoman a la superficie terrestre, bien sea como líquidos o como aerosoles y afectan a los ecosistemas naturales. El agua lluvia es ligeramente ácida porque contiene ácido carbónico formado a partir del dióxido de carbono atmosférico. La lluvia que debería tener un pH de aproximadamente 5.6, puede alcanzar un valor cercano a un 7.0, debido a la presencia en la atmósfera de otras sustancias de carácter alcalino que neutralizan el ácido carbónico, (Garcés G. y Hernández Á. 2004).

De acuerdo a los reportes del Noroeste de los Estados Unidos y varios otros países industrializados considerados como primeros emisores de gases de efecto invernadero ponen en manifiesto que la degradación del aire está teniendo un efecto significativo sobre las plantas, pues estos países están viendo morir sus fragmentos boscosos por efecto de la lluvia ácida, fenómeno que sin duda alguna está afectando varias zonas de cultivo y poniendo en peligro la sostenibilidad de los bosques al verse afectado todo el ecosistema, (Rodriguez A. et. al. 2005).

5.3. Soluciones para aminorar la acidificación de las aguas

Se presenta una relación de propuestas para disminuir el nivel de emisiones de Azufre y Nitrógeno al medio ambiente:

- a) Normalizar y establecer disminuciones en la emisión de SOx y NOx.
- b) Impulsar el uso de energía no convencional en diversas industrias.
- c) La conversión a gas en motores de empresas y del gobierno.
- d) Ampliación del sistema de transporte eléctrico.
- e) Uso de tecnología más adecuada para la combustión.
- f) Nuestro papel es múltiple pues, por un lado, somos ciudadanos capaces de plantear exigencias al gobierno central, y por otro, somos generadores directos de contaminación y consumidores de bienes o servicios, por lo que deberemos desarrollar una

actitud personal favorable al medio ambiente en todos estos campos.

- g) En lo que respecta a nuestro comportamiento frente al gobierno central debemos exigir medidas de política medioambiental encaminadas a lograr el desarrollo de una sociedad con un modo de vida cada vez más respetuoso con la naturaleza; así mismo es importante ejercer el derecho a la libertad de acceso a la información sobre medio ambiente y el derecho a intervenir en la evaluación del impacto ambiental de los grandes proyectos y a la comprobación del comportamiento de las grandes empresas (públicas y privadas) mediante el acceso a los inventarios de emisiones, vertidos y residuos y auditorías medioambientales.
- h) En cuanto a nuestro comportamiento como consumidores, debemos tender a potenciar el consumo de artículos y servicios en cuya fabricación o generación se empleen técnicas respetuosas con el medio ambiente: es una manera muy eficaz de obligar a las empresas a incorporar en su producción tecnologías limpias.
- i) Por último, en el campo de la actividad cotidiana, debemos tender a una menor generación de contaminantes, reduciendo y racionalizando:
- j) El consumo en general, asumiendo la falsedad de la igualdad "calidad de vida" = "cantidad de consumo". Es necesario que incorporemos a nuestro pensamiento y código de

comportamiento conceptos como el desarrollo sostenible; parámetros de medida de bienestar distintos de indicadores meramente económicos, que comprendamos que el mundo es único y que, no por tener el privilegio de habitar en una zona con un grado de desarrollo mayor, tenemos derecho a despilfarrar recursos y materiales.

- k) Todo ello nos llevará a reducir el consumo y a modificar nuestros parámetros de elección, prefiriendo artículos y servicios producidos por medio de técnicas respetuosas con el medio ambiente, con lo que disminuirá la cantidad de energía empleada y las empresas se verán obligadas a adoptar tecnologías limpias.
- l) Podríamos terminar insistiendo en que nada de lo que hagamos es indiferente respecto al medio ambiente. Es preciso analizar nuestro comportamiento, nuestras costumbres, reflexionar acerca de ellas y potenciarlas si son respetuosas con el medio, por el contrario, tratar de cambiarlas si constituyen un atentado - aunque sea pequeño- respecto al mismo, es decir, podríamos hacernos una "auditoría medioambiental personal".
- m) Reducir las emisiones, la quema de combustibles fósiles sigue siendo una de las formas más baratas para producir electricidad, por lo tanto hay que generar nuevos desarrollos utilizando energías alternativas no contaminantes.

- n) Los gobiernos tienen que gastar más dinero en la investigación y desarrollar proyectos que tengan el objetivo de reducir la contaminación ambiental.
- o) Se debe mejorar el transporte público para alentar a la gente a utilizar este tipo de servicio en lugar de utilizar sus propios automóviles.

CONCLUSIONES

Bajo las condiciones descritas en el presente trabajo de investigación, se arriban a las siguientes conclusiones:

1. Estudio climatológico y aplicación del método del PHmetro para comprobar la existencia de lluvias ácidas en la provincia de Pasco.

- a) Los valores de pH del agua de lluvia evaluadas a las 7 y 19 horas muestran una clasificación de lluvia acida moderada para los meses monitoreados, no existe diferencias en las horas muestreadas.
- b) Los Valores promedio de Humedad relativa estimadas según calculo Psicométrico Cerro de Pasco 2017, registrados a las 7, 13 y 17 horas presentaron menor humedad relativa en el día (13 horas), en tanto que por la mañana y la tarde la humedad relativa se incrementa.
- c) La Temperatura media de 5.02°C se ha reportado para el año 2017 y temperaturas mínimas absolutas de -2.2 °C y máximas absolutas promedios de 12.2°C durante el día para el año 2017.
- d) La dirección del viento que predomina es Nor Este (NE), en un 67% para el año 2017, solo se registra un 16% al Nor Oeste (NW). La máxima Velocidad del viento registrada a las 13h fue de 3.3 m/s, registradas en el mes de agosto y 2.5 m/s, en los meses de marzo y noviembre.

e) Los datos registrados a las 19 horas respecto a las 7 horas presentan mayores valores numéricos, además de no tener precipitación pluvial durante los meses de junio, julio y agosto y durante los meses de junio a setiembre la precipitación pluvial es mínima, coincidiendo con la época de estiaje.

2. Causas y Efectos de la generación de lluvias ácidas en la provincia de Pasco que causan daño a las infraestructuras y los ecosistemas.

a. Deposición Ácida

El agua de lluvia es ácida con un pH de 5.65 debido a la presencia de dióxido de carbono disuelto. Son los óxidos de azufre y nitrógeno presentes en la atmósfera los responsables de la deposición ácida, el proceso por el cual las partículas ácidas, los gases y la precipitación abandonan la atmósfera. La deposición húmeda, debido a que los óxidos ácidos se disuelven y reaccionan con el agua en el aire, se conoce como "lluvia ácida" e incluye niebla, nieve y rocío, además de lluvia. La deposición seca incluye gases ácidos y partículas.

b. Vegetación

El aumento de la acidez en el suelo filtra importantes nutrientes, como Ca^{2+} , Mg^{2+} y K^+ . La reducción de Mg^{2+} puede causar una reducción en la clorofila y, en consecuencia, disminuye la capacidad de las fotosintéticamente para la fotosíntesis. Muchos

árboles se han visto seriamente afectados por la lluvia ácida. Los síntomas incluyen crecimiento atrofiado, adelgazamiento de las copas de los árboles, y color amarillento y pérdida de hojas.

La causa principal es el aluminio lixiviado de las rocas en el agua del suelo. El ion Al^{3+} daña las raíces y evita que el árbol absorba suficiente agua y nutrientes para sobrevivir.

c. Lagos y ríos

El aumento de los niveles de iones de aluminio en el agua puede matar a los peces. La vida acuática también es muy sensible al pH. Por debajo de pH 6 (el número de peces sensibles, como el salmón y el pececito, disminuye al igual que las larvas de insectos y las algas. Los caracoles no pueden sobrevivir a un pH inferior a 5.2 y por debajo de pH 5.0 desaparecen muchas especies animales microscópicas.

Los nitratos presentes en la lluvia ácida también pueden conducir a la eutrofización.

d. Edificios

La lluvia ácida erosiona la piedra, como el mármol, que contiene carbonato de calcio. Con el ácido sulfúrico, el carbonato de calcio reacciona para formar sulfato de calcio, que puede ser arrastrado por el agua de lluvia, exponiendo así más piedra a la corrosión.

Las sales también se pueden formar dentro de la piedra que pueden hacer que la piedra se agriete y se desintegre.



e. Salud humana

Los ácidos formados cuando NO_x y SO_x se disuelven en agua irritan las membranas mucosas y aumentan el riesgo de enfermedades respiratorias, como asma, bronquitis y enfisema.

3. Soluciones para aminorar la acidificación de las aguas.

- a. Bajar las cantidades de NO_x y SO_x formadas, mediante un diseño de motor mejorado, el uso de convertidores catalíticos y la eliminación de azufre antes, durante y después de la combustión de combustibles que contienen azufre.
- b. Cambiar a métodos alternativos de energía (energía eólica y solar) y reducir la cantidad de combustible quemado, reduciendo el transporte privado e incrementando el transporte público y diseñando estaciones de energía más eficientes.
- c. Limitación de lagos: la adición de óxido de calcio o hidróxido de calcio (cal) neutraliza la acidez, aumenta la cantidad de iones de calcio y precipita el aluminio de la solución. Esto ha demostrado ser efectivo en muchos lagos donde se ha probado.

RECOMENDACIONES

- Realizar estudios similares en cada distrito y por todos los meses con precipitación pluvial, para realizar comparaciones y tal vez prever daños futuros en zonas agrícolas y ganaderas.
- Utilizar un medidor de pH electrónico certificado con el fin de obtener resultados exactos del estado inicial de esta característica en el agua lluvia. Realizar este análisis al poco tiempo de producida la precipitación.
- Implementar esta medición de ph en todas las municipalidades distritales de las tres provincias de Pasco, de modo mensual.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Bibliográficas

- ABCPEDIA Ciencia. 2008. Lluvia ácida: un fenómeno nocivo. Desastres, fenómenos naturales [en línea]- [citado 26 ago, 2008]. Disponible en internet:<<http://www.abcpedia.com/fenomenos-naturales/lluvia-acida.htm>>.
- Arroyo J y Mendoza R. 2001. Monitoreo de la Lluvia Ácida en el Valle del Mantaro. Convicciones. 2001; 3(4):44-48.
- Bravo A. H., R. Soto A., R. Sosa E., P. Sánchez A., A. L. Alarcón J., J. Kahl, J. Ruíz B. (2006). Effect of acid rain on building material of the El Tajín archaeological zone, in Veracruz, Mexico. Environmental Pollution. 144, 655-660. ISSN 0269-7491.
- Brown, S., M. Burnham, M., Delaney, M., Powell, R., Vaca, and A. Moreno (2000). "Issues and challenges for forest-based carbon-offset projects: a case study of the Noel Kempff Climate Action Project in Bolivia." Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change 5(1), 99-121.
- Cabrera, R. & Robles, E. 1997. Evaluación Preliminar del Impacto en la Salud Pública de comunidades seleccionadas expuestas a polución y contaminantes atmosféricos.
- Castro, G. Dolores M. García A. (2000) investigación-acciones ambientales en secundaria: la lluvia ácida - Madrid.
- Dutka, B. 1989. Short - Term Root Elongation Toxicity Bioassay. Method for Toxicological Analysis of Waters, Wastewatwvers and Sediments. National Waters Research Institute (NWRI).Environment Canada
- Eichler, M. & Fagundes, L. 2004. Conductas cognitivas relacionadas con el análisis de problemas ambientales- Brasil.
- FAO 1998. El protocolo de Kyoto: nuevas oportunidades para financiar el desarrollo forestal sostenible. Nota informativa, abril 1998 LACFC/98/1.

- Fundación EROSKI. 2008. Lluvia ácida Gotas de corrosión Revista costumer. España, 2006- [citado 24 agosto 2008]. Disponible en: <http://revista.consumer.es/web/es/20061101/medioambiente/70849.php>.
- Garcés Giraldo L.F, Hernández Ángel, M.L, 2004. La lluvia ácida: un fenómeno fisicoquímico de ocurrencia local, REVISTA LASALLISTA DE INVESTIGACIÓN - VOL. 1 No. 2 pp 67-72 2004. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=69510211>
- George, D. y M. Mallery (2003) Using SPSS for Windows step by step: A simple guide and reference. Boston, MA, Allyn y Bacon
- Granados Sánchez D, López Ríos GF, Hernández García MÁ. LA LLUVIA ÁCIDA Y LOS ECOSISTEMAS FORESTALES. Rev CHAPINGO Ser CIENCIAS For Y DEL AMBIENTE [Internet]. 2010;XVI(2):187–206. Available from: http://www.chapingo.mx/revistas/forestales/contenido.php?id_articulo=819?id_revistas=3
- Herrera Londoño, María Ligia. 1999. Lluvia ácida aspectos fisicoquímicos y ambientales. Cali: FAID p. 13.
- IDEAM, El problema de La lluvia ácida. 2008 [en línea]. Bogotá (Colombia): [citado 26 ago, 2008]. Disponible en: <http://www.ideam.gov.co/sectores/Lluvia/LLuviaAcidaEIProblema.html>
- Korc M. 2003. La Contaminación del Aire. El Medio Ambiente en el Perú Año 2002. 2003:305-332.
- Kulp, J.L. and Herrick, C.N. 1987. The Causes and Effects of Acid Deposition. Interim Assessment,
- Labandeira, X. 1995. Spanish SO₂ emissions and the damage to forests in Europe, manuscrito, cserge (centre for social and economic research on the global environment), university college London. Pp

- Landsberg, H. E., 1984, *The Resourceful Earth*. Landsberg, H.E. (1984) Global climate trends. In: Simón, J.L, Kahn, H. (eds) *The Resourceful Earth, A Response to Global 2000*, pp. 272-315. Basil Blackwell: New York.
- Lee M & Thomas. 1986. "The Next Step: Acid Rain," *EPA Journal*, June/July 1986, pp. 2-3.
- Lee, J. & Weber, D. 1982. Effects of Sulfuric Acid Rain on Major Cation and Sulfate Concentrations of Water Percolating Through Two Model Hardwood Forests *Journal of Environmental Quality* Vol 11, No 1, p 57-64, January-March, 1982. 5 Fig, 2 Tab, 40 Ref.
- Letts, M. & Roger, W. 1986, *Dioxin in the Environment: Its Effects on Human Health*, informe del American Council on Science and Health, 1986.
- Manion, P. & Bragg, R. 1982. Effects of Acid Precipitation on Scleroderris Canker Disease of Red Pine, pp. 55-56, reunión del Simposio del Estado de Nueva York en Depósitos Atmosféricas, Center for Environmental Research, Cornell University, Ithaca, N.Y.
- Mañanan S 1994. *Environmental Chemistry*. 6th ed. Lewis Publishers, Boca Ratón, Florida.
- Mercedes ANA, Hurtado A. Rangos de ph de las aguas de lluvia del valle de Huánuco ph ranges of the rain waters of Huanuco's valley. *UNHEVAL*. 2015;9:28–30.
- Mohnen, V.A. "The Challenge of Acid Rain:" *Scientific American*, Vol. 259, No. 2 (1988).
- National Acid Precipitation Assessment Program. Washington, D.C.: U.S. Government Printing Office
- Pacheco, M. 2002. Tratamientos de gases tóxicos mediante tecnologías de plasma.
- Pagiola, S. & Platais, G. 2002. Payments for environmental services. *Environment Strategy Notes* No. 3. The World Bank Environment Department, Washington, DC, USA.

- Robertson, N. & Wunder, S. 2005 Evaluación de Iniciativas Incipientes de Pagos por Servicios Ambientales en Bolivia. pp5-29
- Rodriguez A. et. al. Lluvia ácida y sus efectos. Lluvia Acida [Internet]. 2005;1–14. Available from: <http://www.divulgameteo.es/uploads/Lluvia-ácida.pdf>
- Rodríguez Montellano A. & Sánchez Sejas C. 2006. Lluvia ácida. Universidad Mayor de San Simón UMSS. Facultad de Ciencias y Tecnología Maestría en Ingeniería Ambiental – España [divulgameteo.es/uploads/Lluvia-ácida.pdf](http://www.divulgameteo.es/uploads/Lluvia-ácida.pdf)
- Ruiz Serrano DS. Lluvia Acida. Moleqla Nanotecnología, Rev ciencias la Univ Pablo Olavide. 2016;24(24):16–8.
- Ruiz Serrano DS. Lluvia Acida. Moleqla Nanotecnología, Rev ciencias la Univ Pablo Olavide. 2016;24(24):16–8.
- Scheiber VL, Mèndez CM, Ares AE. Análisis de la resistencia a la corrosión en lluvia ácida simulada de las aleaciones Zn-Sn. Rev Mater. 2015;20(3):597–611.
- Stumm, W, Laura S, y Jerald L. S, 1987, "Aquatic Chemistry of Acid Deposition," Environmental Science & Technology, Vol. 22.
- U.S. Department of Health & Human Services, Public Health Service Agency for Toxic Substance and Disease Registry. Public Health Statement. Toxicological Profile for Sulfur Dioxide. 1998: 1-9.
- United Nations Environment Programme (UNEP). 2004 Overview. Geo Year Book An Overview of Our Changing Environment. 2004/5: 1-11.
- United Nations Environment Programme (UNEP). 2005 Overview. Geo Year Book An Overview of Our Changing Environment.2006: 1-10.
- Welch, S. y J. Comer (1988) Quantitative methods for public administration: Techniques and applications. E. U., Houghton Mifflin Harcourt P.
- Wigley T.M.L.. 1999. The Science of Climate Change: Global and U.S. Perspectives. Pew Center on Global Climate Change.

Wilford, Jhon Noble. 1989. New Threat To Maya Ruins: Acid Rain. En: The New York Times. Washington. 8, agosto, 1989. Disponible en: <http://query.nytimes.com/gst/fullpage.html?res=950DEFD71231F93BA3575BC0A96F948> 260

- Páginas Web

www.epa.gov/aire/espanol/lluvia.acida.

www.senamhi.gob.pe.

<http://www.epa.gov/greenvehicle>

ANEXOS

DATOS DEL TIEMPO - CERRO DE PASCO
FEBRERO

2017

| | | | | | | | | | | | |
|----------------|--|-------------|------------|------------|-----------|--|--|--|--|--|--|
| Estación : | CERRO DE PASCO , Tipo Convencional Meteorológica | | | | | | | | | | |
| Departamento : | PASCO | Provincia : | PASCO | Distrito : | AUPIMARCA | | | | | | |
| Latitud : | 10° 41' 37" | Longitud : | 76° 15' 1" | Altitud : | 4260 | | | | | | |

| Dia/mes/año | Temperatura Max (°c) | Temperatura Min (°c) | Temperatura Bulbo Seco (°c) | | | Temperatura Bulbo Humedo (°c) | | | Precipitacion (mm) | | Dirección del viento 13h | Velocidad del viento 13h (m/s) |
|-------------|----------------------|----------------------|-----------------------------|----|----|-------------------------------|----|----|--------------------|----|--------------------------|--------------------------------|
| | | | 07 | 13 | 19 | 07 | 13 | 19 | 07 | 19 | | |
| 01-Feb-11 | | | | | | | | | | | | |
| 02-Feb-11 | | | | | | | | | | | | |
| 03-Feb-11 | | | | | | | | | | | | |
| 04-Feb-11 | | | | | | | | | | | | |
| 05-Feb-11 | | | | | | | | | | | | |
| 06-Feb-11 | | | | | | | | | | | | |
| 07-Feb-11 | | | | | | | | | | | | |
| 08-Feb-11 | | | | | | | | | | | | |
| 09-Feb-11 | | | | | | | | | | | | |
| 10-Feb-11 | | | | | | | | | | | | |
| 11-Feb-11 | | | | | | | | | | | | |
| 12-Feb-11 | | | | | | | | | | | | |
| 13-Feb-11 | | | | | | | | | | | | |
| 14-Feb-11 | | | | | | | | | | | | |
| 15-Feb-11 | | | | | | | | | | | | |
| 16-Feb-11 | | | | | | | | | | | | |
| 17-Feb-11 | | | | | | | | | | | | |
| 18-Feb-11 | | | | | | | | | | | | |
| 19-Feb-11 | | | | | | | | | | | | |
| 20-Feb-11 | | | | | | | | | | | | |
| 21-Feb-11 | | | | | | | | | | | | |
| 22-Feb-11 | | | | | | | | | | | | |
| 23-Feb-11 | | | | | | | | | | | | |
| 24-Feb-11 | | | | | | | | | | | | |
| 25-Feb-11 | | | | | | | | | | | | |
| 26-Feb-11 | | | | | | | | | | | | |
| 27-Feb-11 | | | | | | | | | | | | |
| 28-Feb-11 | | | | | | | | | | | | |

* Fuente : SENAMHI - Oficina de Estadística

| | | |
|--------------------|--------------------|-------------|
| Temp. Máx Absoluta | Temp. Min Absoluta | Temp. Media |
| 0.0 | 0.0 | 0.00 |

| Mes | pH 7h | pH 19 h |
|-------|-------|---------|
| Marzo | 5.3 | 5.6 |
| Abril | 5.6 | 5.4 |
| Mayo | 5.5 | 5.0 |

Prueba de independencia entre las filas y columnas (Chi-cuadrado):

| | |
|--------------------------------|--------|
| Chi-cuadrado (Valor observado) | 0.0321 |
| Chi-cuadrado (Valor crítico) | 5.9915 |
| GL | 2 |
| valor-p | 0.9841 |
| alfa | 0.05 |

Interpretación de la prueba:

H0: Las filas y las columnas de la tabla son independientes.

Ha: Hay dependencia entre las filas y las columnas de la tabla.

Puesto que el valor-p calculado es mayor que el nivel de significación $\alpha=0.05$, no se puede rechazar la hipótesis nula H0.

El riesgo de rechazar la hipótesis nula H0 cuando es verdadera es de 98.41%.

Prueba exacta de Fisher:

| | |
|---------------------|--------|
| valor-p (bilateral) | 1.0000 |
| alfa | 0.05 |

Interpretación de la prueba:

H0: Las filas y las columnas de la tabla son independientes.

Ha: Hay dependencia entre las filas y las columnas de la tabla.

Puesto que el valor-p calculado es mayor que el nivel de significación $\alpha=0.05$, no se puede rechazar la hipótesis nula H0.

El riesgo de rechazar la hipótesis nula H0 cuando es verdadera es de 100.00%.

Coefficientes de asociación (1):

| Coefficiente | Valor |
|--------------------------------|--------|
| Phi de Pearson | 0.0315 |
| Coefficiente de contingencia | 0.0314 |
| V de Cramer | 0.0315 |
| T de Tschuprow | 0.0265 |
| Tau de Goodman y Kruskal (F/C) | 0.0005 |
| Tau de Goodman y Kruskal (C/F) | 0.0010 |

Coefficientes de asociación (2):

| Coefficiente | Valor | Desviación típica | límite inferior 95% | límite superior 95% |
|----------------------------|---------|-------------------|---------------------|---------------------|
| Gamma de Goodman y Kruskal | -0.0513 | 0.2861 | -0.6120 | 0.5094 |
| Tau de Kendall | -0.0296 | 0.1654 | -0.3538 | 0.2945 |
| Tau de Stuart | -0.0342 | 0.1909 | -0.4085 | 0.3401 |
| D de Somers (F/C) | -0.0342 | 0.1910 | -0.4085 | 0.3401 |
| D de Somers (C/F) | -0.0257 | 0.1432 | -0.3064 | 0.2551 |
| U de Theil (F/C) | 0.0005 | 0.0050 | -0.0094 | 0.0103 |
| U de Theil (C/F) | 0.0007 | 0.0080 | -0.0149 | 0.0163 |
| U de Theil (Simétrico) | 0.0006 | 0.0062 | -0.0115 | 0.0126 |

Lista de las combinaciones:

| | | Frecuencia | Proporción |
|-------|---------|------------|------------|
| MARZO | pH 7h | 5.28181818 | 0.1628 |
| | pH 19 h | 5.59 | 0.1723 |
| ABRIL | pH 7h | 5.6 | 0.1726 |
| | pH 19 h | 5.44666667 | 0.1678 |
| MAYO | pH 7h | 5.525 | 0.1702 |
| | pH 19 h | 5.00909091 | 0.1544 |

Tabla de contingencia:

| | pH 7h | pH 19 h |
|-------|-------|---------|
| Marzo | 5.3 | 5.6 |
| Abril | 5.6 | 5.4 |
| Mayo | 5.5 | 5.0 |

Encuesta sobre Lluvia Ácida

¿Cual es su máximo nivel de estudios?

1.¿El término “lluvia acida” está asociado a contaminación?

2.¿Piensa usted que la lluvia ácida se produce por el hombre?

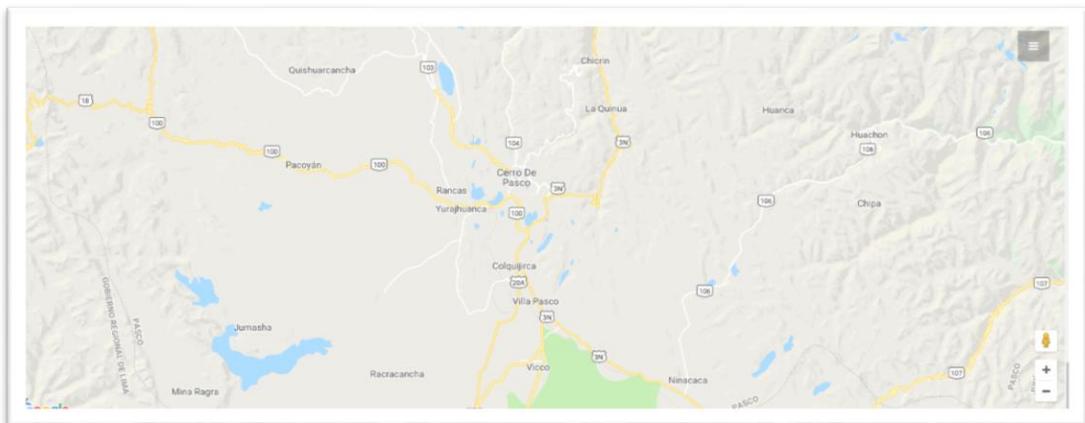
3.¿Sabe que la lluvia ácida puede evitarse?

4. Las causas de la lluvia ácida están controlados por el gobierno

5.¿Los gases que producen la lluvia acida los gobiernos locales las monitorean?

6.¿Las consecuencias que nos dejaría la lluvia ácida en el futuro pudieran ser negativos?

7.¿Los monumentos históricos en Pasco están siendo afectados por la lluvia ácida?



Correlación entre elementos entre elementos



Ilustración 1. Fotografía satelital de Cerro de Pasco

| | 1. ¿El término "lluvia ácida" está asociado a contaminación? | 2. ¿Piensa usted que la lluvia ácida se produce por el hombre? | 3. ¿Sabe que la lluvia ácida puede evitarse? | 4. Las causas de la lluvia ácida están controlados por el gobierno | 5. ¿Los gases que producen la lluvia ácida los gobiernos locales los monitorean? | 6. ¿Las consecuencias que nos dejaría la lluvia ácida en el futuro pudieran ser negativas? | 7. ¿Los monumentos históricos en Pasco están siendo afectados por la lluvia ácida? | ¿Cuál es su máximo nivel de estudios? |
|--|--|--|--|--|--|--|--|---------------------------------------|
| 1. ¿El término "lluvia ácida" está asociado a contaminación? | 1,000 | ,725 | ,731 | ,487 | ,226 | ,662 | ,645 | ,251 |
| 2. ¿Piensa usted que la lluvia ácida se produce por el hombre? | ,725 | 1,000 | ,848 | ,427 | ,357 | ,781 | ,784 | ,312 |
| 3. ¿Sabe que la lluvia ácida puede evitarse? | ,731 | ,848 | 1,000 | ,684 | ,381 | ,908 | ,905 | ,380 |
| 4. Las causas de la lluvia ácida están controlados por el gobierno | ,487 | ,427 | ,684 | 1,000 | ,240 | ,631 | ,697 | ,190 |
| 5. ¿Los gases que producen la lluvia ácida los gobiernos locales los monitorean? | ,226 | ,357 | ,381 | ,240 | 1,000 | ,384 | ,442 | ,187 |
| 6. ¿Las consecuencias que nos dejaría la lluvia ácida en el futuro pudieran ser negativas? | ,662 | ,781 | ,908 | ,631 | ,384 | 1,000 | ,933 | ,503 |
| 7. ¿Los monumentos históricos en Pasco están siendo afectados por la lluvia ácida? | ,645 | ,784 | ,905 | ,697 | ,442 | ,933 | 1,000 | ,439 |
| ¿Cuál es su máximo nivel de estudios? | ,251 | ,312 | ,380 | ,190 | ,187 | 503 | ,439 | 1,000 |

ANEXOS
DIAPOSITIVAS

EVALUACION DE PH



EVALUACION DE LOS EFECTOS NEGATIVOS DE LLUVIA ACIDA EN PASTOS NATURALES Y MEJORADOS



EVALUACION DE ZONAS AFECTADAS POR LLUVIAS ACIDAS



MUESTREO DE RIOS EN PASCO



EVALUACION DE ACIDIFICACION DE LAS AGUAS EN ESTUDIO



AFLUENTE CONTAMINANTE AL RIO DE RANCAS



EFFECTOS NEGATIVOS DE LA LLUVIA ACIDA EN PASCO



HORNOS ARTESANALES EN SACRAFAMILIA



EFFECTOS NEGATIVOS DE LA LLUVIA ACIDA



EVALUACION DE LLUVIAS EN PASCO



MUESTREO DE AGUAS CONTINENTALES

