

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA TOPOGRÁFICA Y  
AGRIMENSURA



“CARTOGRAFÍA DE EMISIONES DE MALOS OLORES POR LA LAGUNA DE  
OXIDACIÓN PUNO, JULIO- AGOSTO, 2015”

TESIS

PRESENTADA POR:

WILSON APAZA MACEDO

SAÚL CRISTIAN QUENAYA CASTILLO

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO TOPÓGRAFO Y AGRIMENSOR

PROMOCIÓN: 2012-II, 2012-I

PUNO - PERÚ

2017

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS  
ESCUELA PROFESIONAL DE  
INGENIERÍA TOPOGRÁFICA Y AGRIMENSURA

“CARTOGRAFÍA DE EMISIONES DE MALOS OLORES POR LA LAGUNA DE  
OXIDACIÓN PUNO, JULIO- AGOSTO, 2015”

TESIS

PRESENTADA POR:  
WILSON APAZA MACEDO  
SAÚL CRISTIAN QUENAYA CASTILLO



PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
INGENIERO TOPOÓGRAFO Y AGRIMENSOR

FECHA DE SUSTENTACIÓN: 25 DE JULIO DE 2017

APROBADA POR EL SIGUIENTE JURADO:

PRESIDENTE :

  
.....  
Ing. M.Sc. VICTOR MANUEL ESPINOZA PINEDO

PRIMER MIEMBRO :

  
.....  
Ing. M.Sc. VALERIANO CONDORI APAZA

SEGUNDO MIEMBRO :

  
.....  
Ing. M.Sc. LUIS ALBETO MAMANI HUANCA

DIRECTOR DE TESIS :

  
.....  
Ing. VICTOR CIPRIANO FLORES FLORES

PUNO – PERÚ

2017

Área : Ciencias naturales

Tema : Topografía, cartografía y catastro

## DEDICATORIA

A mis queridos padres Quintin Apaza Soncco e Juana Macedo Cusi por su inmenso amor y sacrificio y apoyo incondicional durante mi formación profesional

.

A mi compañero de trabajo Saúl Cristian Quenaya Castillo que de la mano avanzamos poco a poco, pese a las dificultades que se nos presentó durante la ejecución del presente proyecto de investigación.

A mis queridos padres Gerardo J. Quenaya Arce e Antonia Castillo Pongo por su inmenso amor y sacrificio y apoyo incondicional durante mi formación profesional.

A mi director Ing. Wilfredo Eleuterio Zea Flores que en paz descanse, quien con dedicación me mostro el camino correcto para realizar mi ejecución del presente proyecto de investigación.

## AGRADECIMIENTO

A la Universidad Nacional del Altiplano de Puno, a la Escuela Profesional de Topográfica y Agrimensura, que gracias a la enseñanza de sus docentes pudimos culminar esta etapa académica.

A nuestro director del proyecto al Ing. Víctor Flores Flores por su apoyo como asesor del presente proyecto de investigación. Por su valiosos consejos y por sus diferentes contribuciones y sus observaciones.

A los miembros de jurado por sus consejos para realizar el presente proyecto y su apoyo profesional en las diferentes etapas de apoyo, consejos y por sus diferentes contribuciones y sus observaciones.

A todos los amigos y compañeros de estudios que de una u otra manera apoyaron la ejecución del presente proyecto de investigación

**INDICE**

RESUMEN .....	12
INTRODUCCIÓN .....	14

**CAPÍTULO I****PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA, ANTECEDENTES Y OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN**

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	16
1.1.1. PREGUNTA GENERAL.....	18
1.1.2. PREGUNTAS ESPECÍFICAS.....	18
1.2. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN .....	18
1.2.1. A nivel Internacional .....	18
1.3. OBJETIVOS DEL ESTUDIO.....	20
1.3.1. OBJETIVO GENERAL.....	20
1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	20

**CAPÍTULO II****MARCO TEÓRICO E HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN**

2.1. MARCO TEÓRICO .....	21
2.1.1. El origen de los malos olores en las Lagunas de Oxidación Puno ..	21
2.1.2. Compuestos que producen malos olores por la Laguna de Oxidación.....	22
2.1.3. Tipos de componentes causantes de olor .....	22
2.1.4. La percepción y el olor.....	26
2.1.5. Efectos sobre la salud .....	28
2.1.6. Tren de Muestreo de Gases .....	32
2.1.7. Influencia de los factores topográficos (el relieve) sobre La contaminación atmosférica.....	34

2.2. MARCO CONCEPTUAL .....	35
2.2.1. Cartografía.....	35
2.2.2. Lagunas de estabilización (oxidación) .....	36
2.2.3. Definición de la contaminación .....	37
2.2.4. Fuentes de contaminación.....	37
2.2.5. Estudio de los parámetros meteorológicos a considerar .....	39
2.3. HIPÓTESIS.....	42
2.3.1. Hipótesis general .....	42
2.3.2. Hipótesis específica.....	42

### CAPÍTULO III

#### MÉTODOLÓGIA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. MÉTODO DE INVESTIGACIÓN .....	43
3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA DE ESTUDIO .....	43
3.2.1. Población.....	43
3.2.2. Muestra.....	43
3.3. MATERIALES, EQUIPOS Y SOFTWARES.....	44
3.4. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS .....	44
3.5. DESARROLLO METODOLÓGICO.....	45
3.5.1. Etapa de ubicación de puntos de evaluación o monitoreo.....	45
3.5.2. Etapa de muestreo de la emisión de malos olores de la laguna de oxidación Puno .....	54
3.5.3. Etapa de laboratorio .....	55
3.5.4. Impacto social de las emisiones de malos olores de la laguna de oxidación Puno agosto 2015 .....	55
3.5.5. Estimación del Impacto social de las emisiones de malos olores de la laguna de oxidación Puno agosto 2015.....	55

**CAPÍTULO IV****CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INVESTIGACIÓN**

4.1. ÁMBITO DE ESTUDIO .....	58
4.1.1. Localización del proyecto .....	58
4.1.2. Ubicación geográfica del proyecto.....	58

**CAPITULO V****EXPOSICIÓN, INTERPRETACIÓN Y ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS**

5.1. CONCENTRACIÓN DE GASES (SO <sub>2</sub> , H <sub>2</sub> S) EN UG/M <sup>3</sup> . DEL TREN DE MUESTREO EMITIDO POR LA LAGUNA DE OXIDACIÓN PUNO JULIO - AGOSTO DEL 2015.....	62
5.2. IMPACTO SOCIAL DE LAS EMISIONES DE MALOS OLORES DE LA LAGUNA DE OXIDACIÓN PUNO.....	68
5.3. EL IMPACTO ESTIMADO DE LAS EMISIONES DE MALOS OLORES ES ALTA DEBIDO A LA CERCANÍA DE LA LAGUNA DE OXIDACIÓN PUNO, JULIO - AGOSTO 2015 .....	79
CONCLUSIONES .....	83
RECOMENDACIONES .....	85
BIBLIOGRAFÍA .....	86
ANEXOS.....	89

## INDICE DE TABLAS

<b>Tabla N° 1:</b> Algunos compuestos que contribuyen a la formación de olores desagradables en la laguna oxidación de aguas residuales. ....	25
<b>Tabla N° 2:</b> Algunos contaminantes atmosféricos y sus efectos en la salud que afecta la laguna oxidación de aguas residuales.....	31
<b>Tabla N° 3:</b> Tamaño de muestra cantidad de habitantes por manzana.....	57
<b>Tabla N° 4:</b> Características meteorológicas de la ciudad de Puno.....	61
<b>Tabla N° 5:</b> Concentración de gases (SO <sub>2</sub> , H <sub>2</sub> S) en ug/m <sup>3</sup> . En la ciudad de Puno por 24 horas julio del 2015.....	63
<b>Tabla N° 6:</b> Concentración de gases (SO <sub>2</sub> , H <sub>2</sub> S) en ug/m <sup>3</sup> . En la ciudad de Puno por 24 horas Agosto del 2015.....	65
<b>Tabla N° 7:</b> ¿Qué edad tiene? .....	68
<b>Tabla N° 8:</b> ¿Qué tiempo permanece entre los días de la semana? .....	69
<b>Tabla N° 9:</b> ¿Nivel de Educación?.....	70
<b>Tabla N° 10:</b> ¿Considera que vive en una localidad problemática en materia de olores? .....	71
<b>Tabla N° 11:</b> ¿Cómo evalúa usted esta problemática en su localidad en la actualidad?.....	72
<b>Tabla N° 12:</b> Con qué frecuencia estima usted que percibe los olores cuando se encuentra en su casa.....	73
<b>Tabla N° 13:</b> ¿Cómo evaluaría usted su propio grado de molestia a los olores en la mañana? .....	74
<b>Tabla N° 14:</b> ¿Cómo evaluaría usted su propio grado de molestia a los olores en le tarde? .....	75



<b>Tabla N° 15:</b> ¿Cómo evaluaría usted su propio grado de molestia a los olores en la noche?.....	76
<b>Tabla N° 16:</b> ¿Esta situación que efectos le provoca? .....	77
<b>Tabla N° 17:</b> ¿En qué mes(es) del año Ud. tiene más molestias de los olores?.....	78
<b>Tabla N° 18:</b> Primera evaluación del sulfuro de hidrogeno (H <sub>2</sub> S) – Julio 2015 .....	79
<b>Tabla N° 19:</b> Primera evaluación del sulfuro de hidrogeno (H <sub>2</sub> S) – Agosto 2015...80	
<b>Tabla N° 20:</b> Primera evaluación del dióxido de azufre (SO <sub>2</sub> ) – Julio 2015 ....	81
<b>Tabla N° 21:</b> Primera evaluación del dióxido de azufre (SO <sub>2</sub> ) – Agosto 2015.	82

## INDICE DE FIGURAS

<b>Figura N° 1:</b> Efectos de la temperatura y disolución del H <sub>2</sub> S sobre la concentración de H <sub>2</sub> S en el aire (Bitton 1994).....	23
<b>Figura N° 2:</b> Estructura química de algunos compuestos que producen olores desagradables (Williams, 1996).....	24
<b>Figura N° 3:</b> Respuesta humana a concentraciones crecientes de H <sub>2</sub> S Fuente: (Auvermann, 2004) .....	28
<b>Figura N° 4:</b> Tren de Muestreo.....	33
<b>Figura N° 5:</b> Mapa de ubicación de los puntos de estudio de la ciudad de Puno (Elaboración propia).....	59
<b>Figura N° 6:</b> Concentración de gases (SO <sub>2</sub> , HS <sub>2</sub> ) ug/m <sup>3</sup> en el mes de julio ..	66
<b>Figura N° 7:</b> Concentración de gases (SO <sub>2</sub> , HS <sub>2</sub> ) ug/m <sup>3</sup> en el mes de Agosto .....	67
<b>Figura N° 8:</b> Qué edad tiene .....	68
<b>Figura N° 9:</b> Qué tiempo permanece entre los días de la semana.....	69
<b>Figura N° 10:</b> Nivel de Educación .....	70
<b>Figura N° 11:</b> Considera que vive en una localidad problemática en materia de olores. ....	71
<b>Figura N° 12:</b> Cómo evalúa usted esta problemática en su localidad en la actualidad.....	72
<b>Figura N° 13:</b> Con qué frecuencia estima usted que percibe los olores cuando se encuentra en su casa. ....	73
<b>Figura N° 14:</b> Cómo evaluaría usted su propio grado de molestia a los olores en la mañana. ....	74

**Figura N° 15:** Como evaluaría usted su propio grado de molestia a los olores en le tarde .....75

**Figura N° 16:** Como evaluaría usted su propio grado de molestia a los olores en la noche.....76

**Figura N° 17:** Esta situación que efectos le provoca.....77

**Figura N° 18:** En qué mes(es) del año Ud. tiene más molestias de los olores.  
.....79

## RESUMEN

El presente trabajo de investigación fue desarrollado en la ciudad de Puno, ubicada entre las coordenadas UTM WGS-84 zona19L sur comprendida entre 391771.89 este, 8246540.68 norte 3812 m.s.n.m. con el objetivo de conocer la cartografía de emisiones de malos olores por la laguna de oxidación, por ello los objetivos específicos son: a). Generar el mapa temático del área afectada por las emisiones de malos olores por la laguna de oxidación Puno, b). Identificar impacto social de las emisiones de malos olores por la laguna de oxidación de la ciudad de Puno, c). Estimar el impacto de las emisiones de malos olores en la población de la ciudad de Puno, estimar los malos olores que afectan a la población de la ciudad Puno. Para ello se realizó la colección de gases mediante el tren de muestreo con una bomba de succión mediante el frasco de Dreschel con unas soluciones captadoras (Dióxido de Azufre ( $\text{SO}_2$ ), Sulfuro de Hidrogeno ( $\text{H}_2\text{S}$ )), y los ensayos para resultados de concentración ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) se ha realizado en el laboratorio ECOSOUTH medio ambiente ingeniería y geomática S.R.L. De las muestras situadas en 6 estaciones en los periodos de 19 – 26 de Julio y 25 – 30 de Agosto del 2015, las concentraciones de gases ( $\text{SO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ ) en  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . En el mes de agosto del 2015 Donde, Barrio Chanu Chanu presenta  $\text{SO}_2$  16.01 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ,  $\text{H}_2\text{S}$  29.72  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , presión atmosférica 635.33 mBar, HR 21.05 % y  $T^\circ$  16.55  $^\circ\text{C}$ , Urb. Cerro Colorado presenta  $\text{SO}_2$  17.09  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ,  $\text{H}_2\text{S}$  34.83  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , presión atmosférica 634.00 mBar, HR 44.83 % y  $T^\circ$  14.60  $^\circ\text{C}$ , Barrio Santiago Chejoña presenta  $\text{SO}_2$  15.39  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ,  $\text{H}_2\text{S}$  20.84  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , presión atmosférica 626.67 mBar, HR 54.40 % y  $T^\circ$  15.25  $^\circ\text{C}$ , Barrio Huayna Pucara presenta  $\text{SO}_2$  14.32  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ,  $\text{H}_2\text{S}$  20.07  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , presión atmosférica 634.00 mBar, HR 39.27 % y  $T^\circ$  13.45  $^\circ\text{C}$ , Centro Poblado de Salcedo presenta  $\text{SO}_2$  15.62  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ,  $\text{H}_2\text{S}$

20.61 ug/m<sup>3</sup>, presión atmosférica 633.00 mBar, HR 44.83 % y T° 13.33 °C, Barrio Huascar presenta debido a la cantidad de vehículos existentes SO<sub>2</sub> 9.90 ug/m<sup>3</sup>, H<sub>2</sub>S 5.73 ug/m<sup>3</sup>, presión atmosférica 629.00 mBar, HR 31.33 % y T° 14.85 °C, que son inferiores a las ECAS permisibles, los resultados obtenidos del tren de muestreo. En cuanto el impacto social de las emisiones de malos olores De los 285 encuestados de los puntos PC\_01, PC\_02, PC\_03, PC\_04, PC\_05 obtenidas en la (Tabla N° 11) el 35% de la población encuestada evalúa la problemática en su localidad que es fuerte los olores, 23% ligera, 20% muy fuerte, 14% moderada, 5% insoportable 3% muy ligera, en lo cual los olores son producidas por la laguna de oxidación Puno. Estimar el impacto del área afectada por las emisiones de malos olores De acuerdo a la (tabla 18) se muestra que en el A1 el grado de molestia es insoportable con un área de 8.11 (ha). Que equivale al 2.3% del área de trabajo, A2 el grado de molestia es muy fuerte con un área de 9.27 (ha). Que equivale al 2.6% del área de trabajo, A3 el grado de molestia es fuerte con un área de 7.45 (ha). Que equivale al 2.1% del área de trabajo. A4 el grado de molestia es moderada con un área de 13.57 (ha). Que equivale al 3.8% del área de trabajo, A5 el grado de molestia es ligera con un área de 179.42 (ha). Que equivale al 50.3% del área de trabajo, A6 el grado de molestia es ninguna con un área de 138.54 (ha). Que equivale al 38.9% del área de trabajo en la población de la ciudad de Puno, Julio - Agosto 2015.

**Palabras Clave:** Mapa temático, Emoción de Gases, Laguna de Oxidación, Sulfuro de Hidrogeno, Dióxido de Azufre

## INTRODUCCIÓN

La emisión de contaminantes gaseosos a la atmósfera provoca una serie de impactos ambientales apreciables a diversas escalas tales como la lluvia ácida, contaminación fotoquímica, efecto invernadero, etc. Además de estos efectos pueden generarse compuestos nocivos para las vías respiratorias y producir malos olores que afecten a la calidad de vida de las personas e incluso poner en peligro directamente la salud.

La generación de olores está considerada como una forma específica de contaminación atmosférica, entendiéndose por tal la presencia en el aire de sustancias y formas de energía que alteran la calidad del mismo, de modo que implique riesgos, daños o molestias graves para las personas y bienes de cualquier naturaleza. (Garranza, 2001)

Sin duda alguna, las plantas de tratamiento de aguas residuales son herramientas tecnológicas muy importantes para coadyuvar en la preservación del medio ambiente, en el reúso del agua y al control de enfermedades, Sin embargo, uno de los principales problemas asociados con las plantas de tratamiento de aguas residuales y que en algunos casos ha sido determinante para clausurar o evitar su instalación es la generación de malos olores.

La fuente de malos olores en plantas de tratamiento está asociada con la generación y tratamiento de residuos sólidos como el lodo Biológico o Químico, así como con el manejo del agua residual misma y con la degradación de la materia orgánica dentro de la planta de tratamiento.

Los olores representan uno de los problemas más complejos relacionados con la contaminación del aire dado que la percepción del olor depende del individuo.

La nariz del hombre es capaz de detectar cantidades minúsculas de algunas

sustancias, incluso en el intervalo de ppm y ppb. (Bedoya, 2009) (Republica, 2016).

El control de los olores es un problema complejo puesto que la percepción es subjetiva, lo que es repugnante para uno es aceptable para otros, es más fácil detectar un olor extraño y es más probable que sea motivo de quejas que uno conocido y debido a la fatiga una persona puede acostumbrarse prácticamente a cualquier olor, si se le da suficiente tiempo, y sólo se dará cuenta del mismo cuando ocurra un cambio de la intensidad. Además, esta percepción del olor no es lineal, nos encontraremos compuestos que a bajas concentraciones son rápidamente detectados por el olfato y, a partir de determinadas concentraciones mayores dejan incluso de ser percibidos como consecuencia de una saturación de las fosas nasales.

En general de este trabajo es elaborar un mapa temático de malos olores, Actualmente se tiene la inquietud y la necesidad de conocer el lugar donde vive por lo cual nos permita reconocer el área afectada con relación a la población actual para ver su calidad de aire y ambiental en el cual viven.

## CAPÍTULO I

### PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA, ANTECEDENTES Y OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

#### 1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Según la Organización de las Naciones Unidas (2012), más del 50% de la población mundial ya vive en ciudades, de mantenerse el actual ritmo de crecimiento, la cifra podría alcanzar el 60% en el año 2030 y en el año 2050, se espera que la población urbana casi se duplique, aumentando de 3300 a 6500 millones, sobre todo en países empobrecidos, a la vez que la población rural disminuirá de 3380 a 2790 millones, es decir, los desequilibrios territoriales, y en concreto, los desequilibrios y tensiones campo ciudad, aumentaran si se mantienen las tendencias actuales. Además los metales pesados y los contaminantes atmosféricos persistentes en el aire afectan al funcionamiento de los seres vivos y a su reproducción, tendiendo a biomoleculares y a biomagnificarse a medida que ascendemos en la cadena trófica. (ONU, Organización de Naciones Unidas., 2012)

El Perú no está libre de los problemas de contaminación, donde estos se agravan en las ciudades, debido a la sobrepoblación y un sistema de consumo imperante que actúa sobre la naturaleza y su equilibrio ecológico, despilfarra los recursos y promueve una producción y consumos descontrolados de nuestras vidas.

El mal olor apesta a podrido los 365 días del año pero por necesidad siguen funcionando. El colapso de la actual planta de tratamiento de aguas servidas en la ciudad de Puno, ha generado que gran parte de las descargas de aguas servidas se viertan a la bahía interior del Lago Titicaca, generando



contaminación de este patrimonio natural y pérdida de bienestar en la población. Las consecuencias de este proceso de contaminación, son variadas, desde el deterioro de las condiciones estéticas del lago, malos olores, pérdida del valor de los terrenos aledaños, mortalidad de peces y plantas, deterioro de la salud y aumentos en la morbilidad. (Comercio, 2014)

El crecimiento acelerado de la población puneña durante los últimos años se debe, en parte, al proceso de migración, que genera desplazamientos de pobladores de las zonas rurales a las urbanas en busca de mejoras en el ingreso y en el acceso a servicios básicos. El incremento poblacional ha generado un mayor consumo de agua potable y, por consiguiente, la generación de un mayor volumen de aguas residuales domésticas. Las lagunas han colapsado hace 22 años por sobredemanda, pero, por necesidad, siguen funcionando y vertiendo hasta 0,05 litros diarios de arsénico, plomo y fosfatos en el Titicaca, (Republica, 2016)

Las lagunas de 13,4 y 7,1 hectáreas fueron construidas en 1972 para procesar aguas residuales domésticas de 35 mil personas. Sin embargo, el crecimiento de Puno a en 2015 es de 141,064 pobladores, (INEI), 2014)

**El presente proyecto plantea las siguientes preguntas:**

### **1.1.1. PREGUNTA GENERAL**

¿Cuál es la cartografía de emisiones de malos olores de la laguna de oxidación Puno, Julio-Agosto 2015?

### **1.1.2. PREGUNTAS ESPECÍFICAS**

¿Cuál es el área afectada por las emisiones de malos olores por la laguna de oxidación Puno, Julio-Agosto 2015?

¿Cuál es el impacto social de las emisiones de malos olores por la laguna de oxidación de la ciudad de Puno, Julio-Agosto 2015?

¿Cuál es el impacto de las emisiones de malos olores en la población de la ciudad de Puno, Julio-Agosto 2015?

## **1.2. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN**

### **1.2.1. A nivel Internacional**

Indica que se comenzó a monitorear el material particulado menor a 10 micras, el cual no había sido analizado antes por lo que no existe un registro sobre el mismo. Señaló que solo en el año 2007 las estaciones ubicadas en la capital Lima, este y Lima norte exceden el estándar anual, igual a 50 ug/m<sup>3</sup>; superando además el valor consignado en la guía de la OMS (igual a 20 ug/m<sup>3</sup>). Se atribuye al material particulado al incremento del parque automotor que dado a sus altos índices pueden generar serios problemas en la población y en la estética de las infraestructuras. (DIGESA), 2007).

Concluye que las concentración de material particulado menores o iguales a 10 micras en la ciudad de Puno tiene como promedio de 41.31 ug/m<sup>3</sup> de pm<sub>10</sub> de concentración total, donde Laykakota presenta 68.62 ug/m<sup>3</sup>, Salcedo 59.07, Cancharani de 40.93 ug/m<sup>3</sup>, Ovalo Ramón Castilla 47.15 ug/m<sup>3</sup>, Mercado Central 39.87 ug/m<sup>3</sup>, Huajsapata 27.72 ug/m<sup>3</sup>, Llavini 42.06 ug/m<sup>3</sup>, Huáscar de 29.09 ug/m<sup>3</sup> y Señor de Huanca 1.29 ug/m<sup>3</sup>. (Herbert, 2014)

Guía técnica para la gestión de las emisiones odoríferas generadas por las explotaciones ganaderas intensivas, Las instalaciones Ganaderas y la aplicación agronómica de estiércoles y purines poseen un elevado potencial contaminador desde el punto de vista odorífero. El número de quejas por malos olores se ha incrementado en los últimos años como consecuencia de la progresiva intensificación de la ganadería y de la evolución de la dinámica poblacional de las zonas rurales. Los olores desagradables, como los procedentes del estiércol, son a menudo considerados como emisiones molestas, especialmente cuando los afectados no obtienen ningún beneficio directo o no están vinculados con la actividad. (Generalitat, 2008)

### **1.3. OBJETIVOS DEL ESTUDIO**

#### **1.3.1. OBJETIVO GENERAL**

- Generar la cartografía de emisiones de malos olores por la laguna de oxidación Puno, Julio-Agosto 2015.

#### **1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Generar el mapa temático del área afectada por las emisiones de malos olores por la laguna de oxidación Puno, Julio-Agosto 2015.
- Identificar el impacto social de las emisiones de malos olores por la laguna de oxidación de la ciudad de Puno, Julio-Agosto 2015.
- Estimar el impacto de las emisiones de malos olores en la población de la ciudad de Puno, Julio-Agosto 2015.

## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO E HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN

#### 2.1. MARCO TEÓRICO

##### 2.1.1. El origen de los malos olores en las Lagunas de Oxidación Puno

Durante la operación de tratamiento de aguas residuales, los componentes que causan olores desagradables parten de la descomposición anaerobia de material orgánico que contiene azufre y nitrógeno. Estos compuestos volátiles son de relativamente bajo peso molecular, (Britton., 1988)

Los compuestos volátiles responsables de los malos olores en drenajes y plantas de tratamiento y lagunas de oxidación son resultado de la descomposición microbiológica de la materia orgánica contenida en el agua residual. Muchos de los compuestos responsables de los malos olores son perceptibles a muy bajas concentraciones, del orden de partes por billón. Clasificaron los malos olores según las siguientes categorías: (Carlos, 2012)

- Gases inorgánicos que incluyen al sulfuro de hidrógeno ( $H_2S$ ) y al amoníaco ( $NH_3$ ).
- Los ácidos como el acético, láctico y butírico
- Los altamente tóxicos como el índole, skatole, fenoles y mercaptanos
- Las aminas como la cadaverina y la putrescina.

### **2.1.2. Compuestos que producen malos olores por la Laguna de Oxidación**

Durante la operación del agua residual, los componentes que causan olores desagradables parten de la descomposición anaerobia de material orgánico que contiene azufre y nitrógeno. Estos componentes volátiles son de relativamente bajo peso molecular. (Britton., 1988)

### **2.1.3. Tipos de componentes causantes de olor**

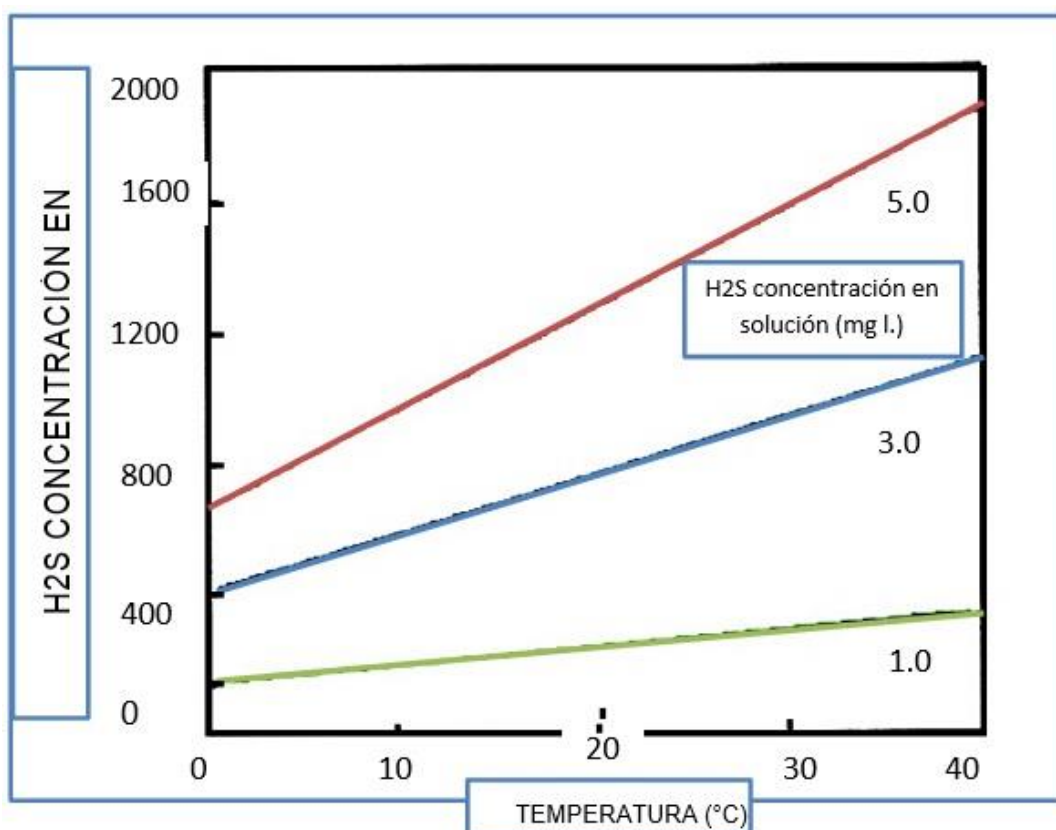
Los principales compuestos causantes de olores desagradables son: compuestos inorgánicos, mercaptanos y otros compuestos como tiofenol y ticresol, (Wark, 1990)

#### **2.1.3.1. Compuestos inorgánicos**

El H<sub>2</sub>S en el agua residual es uno de los principales causantes del olor desagradable en la laguna de oxidación de aguas residuales, este compuesto es altamente tóxico, tiene propiedades corrosivas y demanda oxígeno para convertirse en ácido sulfúrico, su formación es el resultado de la reducción del sulfato por la bacteria sulfareductora (*desulfovibrio desulfuricans*) la cual utiliza sulfato como aceptor de electrón. Este compuesto también se puede producir por descomposición de algunos aminoácidos que contienen azufre como la metionina, cisteína, sin embargo, la reducción de sulfatos es la vía más importante de producción de H<sub>2</sub>S en agua residual. El H<sub>2</sub>S es muy tóxico para el ser humano y es fatal en concentraciones que exceden los 500 ppm, este gas es corrosivo para materiales como concreto, cobre, hierro, que comúnmente se podrían

encontrar en las plantas de tratamiento y lagunas de oxidación de aguas residuales. (Britton., 1988)

La distribución de H<sub>2</sub>S entra la fase líquida y gaseosa depende principalmente del pH, la concentración inicial de H<sub>2</sub>S y la temperatura, a un pH =7.0, el H<sub>2</sub>S está en un 50% de la disolución de sulfuro en el agua residual. Esta concentración se incrementa cuando el pH decrece y también decrece la solubilidad cuando la temperatura se incrementa. (Bitton, 1994).



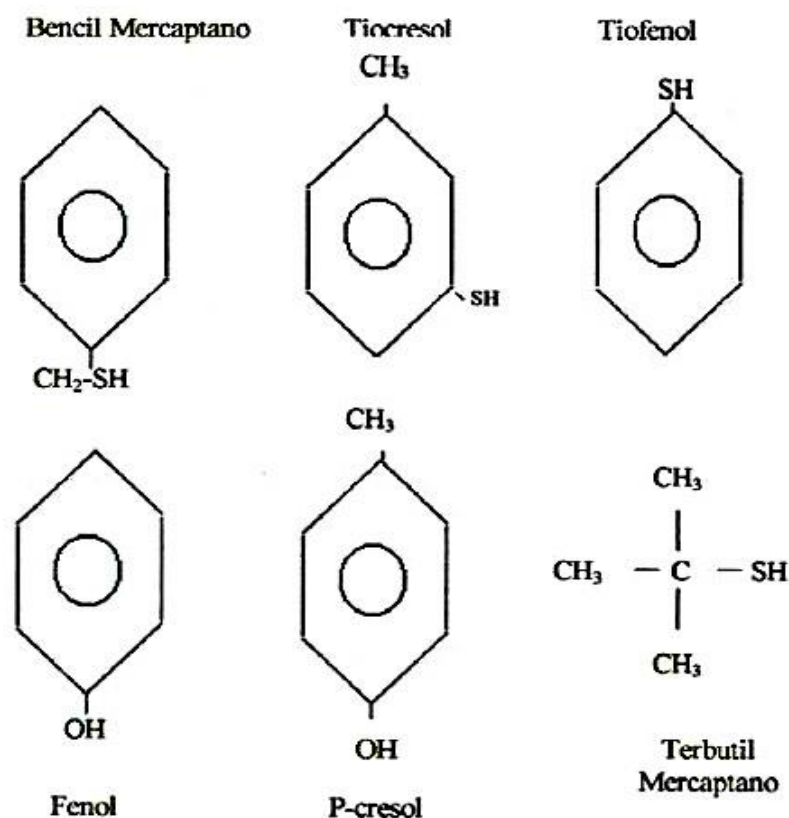
**Figura N° 1:** Efectos de la temperatura y disolución del H<sub>2</sub>S sobre la concentración de H<sub>2</sub>S en el aire (Bitton 1994).

Los compuestos orgánicos volátiles más importantes que contribuyen al problema del olor en las lagunas de oxidación de aguas residuales son:

los mercaptanos (Etil Mercaptano, Metil Mercaptano, Isopropil Mercaptano), sulfuros orgánicos (Dietil Sulfuro, Dimetil Sulfuro, Metil Isopropil Sulfuro, Metil Petil Sulfuro), polisulfuros (Dimetil Disulfuro, Metil Etil Disulfuro) y los tiofenos (alquitiofeno). Se encuentran algunas de las características de los componentes de sulfuros olorosos. (Gallegos, 2010)

### 2.1.3.2. Otros Compuestos

Algunos otros compuestos que producen también olores desagradables son: los ácidos orgánicos, el fenol y el p-cresol. (Garcia R., 2006)



**Figura N° 2:** Estructura química de algunos compuestos que producen olores desagradables (Garcia R., 2006).



**Tabla N° 1:** Algunos compuestos que contribuyen a la formación de olores desagradables en la laguna oxidación de aguas residuales.

SUSTANCIA	FORMULA	OLOR CARACTERISTICO	PESO MOLECULAR
Alil Mercaptano	$\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}_2-\text{SH}$	Ajo fuerte - café	74.15
Amil Mercaptano	$\text{CH}_3-(\text{CH}_2)_3-\text{CH}_2-\text{SH}$	descompuesto	104.22
Bencil Mercaptano	$\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_2-\text{SH}$	desagradable	124.21
Crotil Mercaptano	$\text{CH}_3-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_2-\text{SH}$	Zorrillo	90.19
Dimetil sulfuro	$\text{CH}_3-\text{S}-\text{CH}_3$	Vegetales descompuestos	62.13
Sulfuro de hidrogeno	$\text{H}_2\text{S}$	Huevo podrido	34.1
Metil Mercaptano	$\text{CH}_3\text{SH}$	Basura descompuesta	48.1
Propil Mercaptano	$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{SH}$	Desagradable col	76.16
Dioxido de Azufre	$\text{SO}_2$	Irritante	64.07
TerbutilMercaptano	$(\text{CH}_3)_3\text{C}-\text{SH}$	Zorrillo	90.1
Tiocresol	$\text{CH}_3-\text{C}_6\text{H}_4-\text{SH}$	Zorrillo	124.21
Tiofenol	$\text{C}_6\text{H}_5\text{SH}$	Ajo descompuesto	110.18

**Fuente:** Elaboración Propia

#### **2.1.4. La percepción y el olor**

El olor puede ser definido como la sensación que tiene lugar cuando las sustancias volátiles estimulan los receptores sensoriales ubicados en la cavidad nasal. La complejidad de los olores ganaderos está relacionada con la complejidad del proceso de percepción humana, que viene condicionado por numerosos factores. No se trata, por tanto, de una calidad del aire, sino de una interpretación subjetiva del mismo. (Carolina, 2008).

##### **2.1.4.1. El proceso de percepción**

“El proceso de percepción es completamente subjetivo, varía de una persona a otra en función de su grado de sensibilidad olfativa, las emociones y experiencias previas relacionadas con el olor”

La respuesta humana al olor depende en gran medida de la sensibilidad olfativa de cada persona. El sistema olfativo se localiza entre la cavidad nasal y el cerebro, y es el órgano responsable de la detección de los olores. Podemos afirmar que, como media, un 2% de la población es anósmica, es decir, tan sólo es capaz de percibir el olor a elevadas concentraciones, otro 2% posee un sentido del olfato muy desarrollado, siendo capaces de detectar los olores a concentraciones tan bajas que el resto generalmente no es capaz de percibir, son hipersensibles. Por último, el 96% restante de la población posee una capacidad olfativa “normal”. Además, la respuesta de una misma persona a un determinado olor puede variar a lo largo del tiempo, en función del contexto en el que se encuentre y de su condición física y emocional. La edad, el género, el

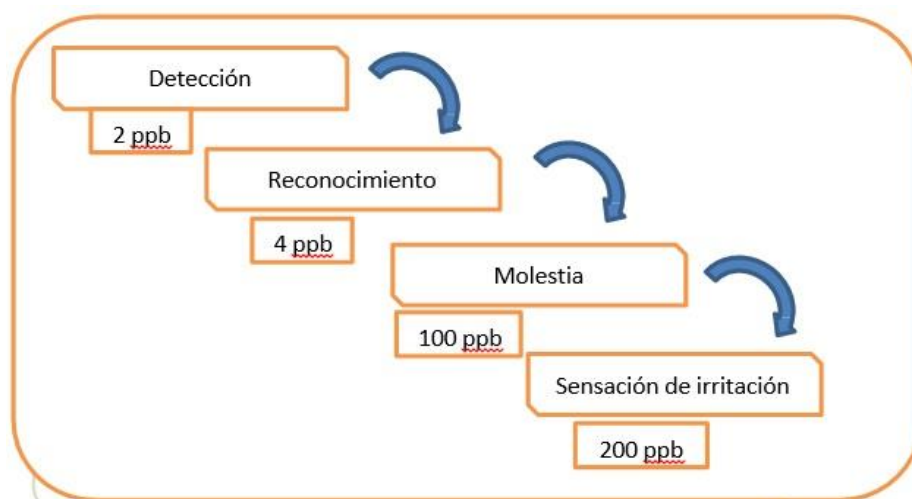
estado de salud y los hábitos personales (por ejemplo, ser o no fumador) condicionan la sensibilidad olfativa. (Solarte, 1999)

#### **2.1.4.2. La respuesta al olor**

“La respuesta al olor varía de un día a otro en función del contexto y la condición física y emocional del receptor.”

La respuesta al olor también viene condicionada por la experiencia y las emociones de cada individuo con respecto a los olores, pudiendo ser percibidos como agradables o desagradables. Ello es debido a que el sistema olfativo se localiza muy cerca del sistema límbico, que es el órgano encargado del control de las emociones y sensaciones. Nuestro cerebro es capaz de almacenar una gran cantidad de información ambiental relacionada con los olores, y de asociarla con los sentimientos que nos evocaba dicho olor; es la llamada “memoria olfativa”. (OMS), Organización Mundial de la Salud, 2005)

Así mismo, existen evidencias que sugieren que los individuos “aprenden” a que ciertos olores agraden o desagraden, en función del contexto social en el que se han desarrollado y de su propia experiencia. Existen ejemplos de comunidades rurales donde se han recogido quejas por olores de una explotación porcina que en ese momento no se encontraba en funcionamiento. La respuesta humana al olor varía en función de la concentración en el aire de las sustancias olorosas, como se muestra en la Figura 03. (OMS), Organización Mundial de la Salud, 2005)



**Figura N° 3:** Respuesta humana a concentraciones crecientes de H<sub>2</sub>S

Fuente: (MAVDT, 2010)

A bajas concentraciones, el olfato humano detecta los olores provocados por una sustancia o conjunto de sustancias, aunque no es capaz de reconocer el olor. Si la concentración supera el umbral de reconocimiento, el olor es entonces reconocido y asociado con los recuerdos evocados por el mismo. A concentraciones muy elevadas, las sustancias olorosas pueden llegar a generar una molestia y provocar irritación de las vías respiratorias. (MAVDT, 2010)

#### 2.1.5. Efectos sobre la salud

La Organización Mundial de la Salud (World Health Organization) define el término de salud como el estado de bienestar en todas sus facetas, físico, mental y social, y no simplemente la ausencia de enfermedad o dolencia. (OMS), Organización Mundial de la Salud, 2005)

## **¿Los malos olores pueden influir negativamente sobre la salud de las personas?**

Los efectos sobre la salud han sido relativamente pocos estudiados en comparación con los causados por otros contaminantes atmosféricos como el material particulado, el sulfuro de hidrógeno o el amoníaco. Sin embargo, algunos estudios señalan que los olores pueden afectar al estado psíquico de las personas, influyendo negativamente sobre su estado anímico y pudiendo provocar situaciones de estrés. Si la exposición es crónica, los afectados pueden sentir frustración o enfado, especialmente cuando no obtienen un beneficio directo de la actividad o no tienen control sobre ella. (OMS), Organización Mundial de la Salud, 2005)

### **2.1.5.1. Las emisiones odoríferas en la salud**

“Las emisiones odoríferas pueden afectar negativamente a la salud física y emocional de los receptores”

Otros estudios atribuyen a los malos olores la aparición de síntomas físicos, entre los que se incluyen problemas de insomnio, dolores de cabeza, irritación de las mucosas, tos, náuseas y problemas estomacales. También puede agravar problemas médicos, como el asma, en pacientes hipersensibles. La aparición de estos síntomas puede estar relacionada con las propiedades irritantes de los compuestos que forman el mal olor, o bien por el efecto energético de éstos con otros contaminantes atmosféricos. Dicho esto, cabe destacar que, en términos generales, la

población no suele percibir malestar físico causado por los síntomas indicados anteriormente, sino que suele tratarse de una situación estresante por la molestia que ocasiona. Encuestas realizadas por nuestro grupo de investigación constatan esta afirmación. En cualquier caso, la reducción de las emisiones odoríferas es beneficiosa tanto para el conjunto de la comunidad de vecinos como para el ganadero, ya que de esta forma evitaría la aparición de quejas que podrían afectar negativamente a su actividad. (Generalitat, 2008)

**Tabla N° 2:** Algunos contaminantes atmosféricos y sus efectos en la salud que afecta la laguna oxidación de aguas residuales.

1. CONTAMINANTE ATMOSFÉRICO	2. EFECTOS EN LA SALUD
3. Gases	
Óxidos de azufre	Irritaciones al sistema respiratorio y los ojos, provocando tos.
Hidruro de sulfure	Produce una gran irritación de los ojos y de las membranas mucosas del tracto respiratorio el H <sub>2</sub> S puede ser un problema cuando menos se lo espere. En adultos, resulta letal a partir de 300 ppm (partes por millón).
Monóxido de carbono	Ataca el sistema nervioso, (a concentración mayor del 60%). En las mujeres embarazadas altera el desarrollo mental del feto.
Óxidos de nitrógeno	Alteraciones en el tracto respiratorio, producen gran acumulación de líquidos impidiendo el funcionamiento de los pulmones,
Hidrocarburos	Irritantes de las membranas mucosas y conjuntivas oculares.
Solventes	
Benceno	Inhalado: exposición breve y media: decaimiento somnolencia, hilaridad, cefaleas. Exposición a dosis altas: muerte. En cinco a treinta años: carcinógeno.
Bifenilospoliclorinados	Daño especialmente para los tejidos que forman las células sanguíneas. Por inhalación o contacto por la piel: produce daños hepáticos, irritaciones dérmicas con lesiones tipo acné, efectos reproductivos,

Fuente: (Garranza, 2001)

### 2.1.6. Tren de Muestreo de Gases

Un contaminante químico es toda sustancia orgánica o inorgánica, natural o sintética que durante la fabricación, manejo, transporte, almacenamiento o uso puede incorporarse al aire ambiente en forma de polvo, humo, gas o vapor con efectos irritantes, corrosivos, asfixiantes o tóxicos y en cantidades que tengan probabilidades de lesionar la salud de los personas que entran en contacto con ella.

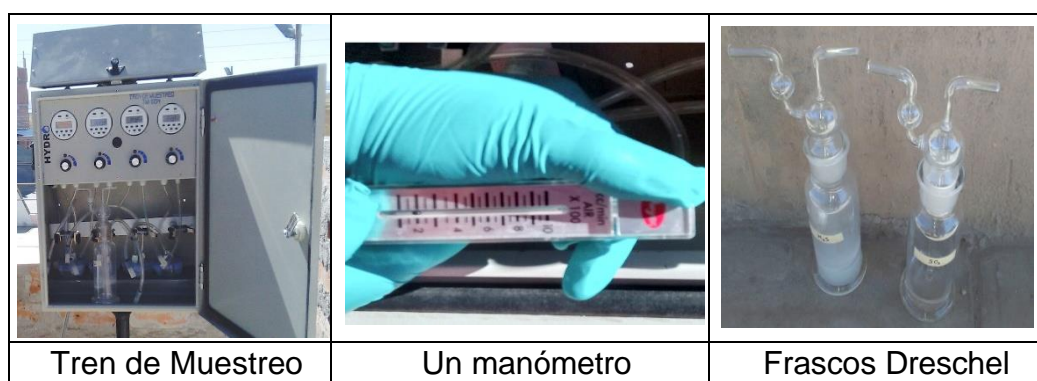
En aquellos lugares de trabajo donde se realizan tareas o procesos que dan origen a gases, vapores, humos, nieblas, polvos, fibras, aerosoles y otros se deben efectuar análisis de aire periódicos a intervalos tan frecuentes como las circunstancias lo aconsejen

- **¿Qué es un tren de muestreo?**

Un sistema manual diseñado para el muestreo de gases ambientales por el método de la adsorción química.

El contaminante a muestrearse depende de la solución captadora utilizada se emplean tiempos de muestreo diferentes para cada tipo de contaminante, luego del cual la muestra es llevada al laboratorio para el respectivo análisis químico.



**SISTEMA DE TREN DE MUESTREO****Figura N° 4:** Tren de Muestreo**2.1.6.1. Equipo y accesorios del tren del muestreo**

- **Frascos Dreschel:**

Frascos de vidrio con características definidas en donde se deposita la solución química captadora.

- **Medidor de Flujo:**

Usado para medir y controlar el flujo inicial y final del muestreo. Por lo general se emplea un manómetro graduado en forma de U.

- **Bomba de Succión:**

Se requiere de una bomba especial (libre de aceite) capaz de mantener el flujo requerido para el contaminante en muestreo durante el tiempo de evaluación.

### **2.1.6.2. Unidades de mediciones de contaminación de calidad de aire**

Unidades de medición de contaminantes de calidad de aire (Velásquez, 2011)

- Ppmv: partes por millón en volumen.
- Ppbv: partes por billón en volumen.
- Ug/m3: microgramos por metro cubico.
- mg/m3: miligramos por metro cubico.
- 1ppm = 1 parte /1.000.000 partes (1 ml / 1m3).
- 1ppb = 1 parte /1.000.000.000 partes.

### **2.1.7. Influencia de los factores topográficos (el relieve) sobre La contaminación atmosférica**

Todo obstáculo o elemento del relieve natural puede influir sensiblemente en la dispersión de un contaminante en la atmosfera. Así pues, la velocidad y dirección del flujo de aire pueden ser modificadas alrededor y por encima de un obstáculo; esto puede producir condiciones que afectan o contribuyen a la dispersión de los contaminantes. La forma del obstáculo, sus dimensiones y su posición respecto a la dirección del viento son los parámetro que determinan la influencia del relieve sobre el transporte y la difusión de contaminantes atmosféricos. (Velásquez, 2011)

### **2.1.8. Sistema de información geográfica**

El mapa, es uno de los elementos más importantes para el estudio. Porque sirve de apoyo para la gestión y manejo de todas las

informaciones temáticas a estudiarse. La preparación cartográfica base se comienza con la verificación del arrea del estudio. Así establecer el área exacta sobre el cual se trabaja, además de determinar los rasgos geográficos que los trabajadores de la ciudad identifican como infraestructura, zona más transitada, etc. Para validar el mapa con la información de acuerdo a las normas, se estable con una escala definitiva de trabajo a un nivel de detalle o semi detallado y para la producción básica de cartografía se siguieron los procedimientos de acuerdo a las normas técnicas del Instituto Geográfico Nacional (IGN, 2011)

El sistema de coordenadas utilizado es el DATUM WGS 84, zona 19, la Proyección Cartográfica para la República del Perú es el Sistema “Universal Transversa de Mercator” (UTM) y se constituye el sistema de codificación y especificaciones de las series de Escalas de la Cartografía Básica Oficial. (IGN, 2011)

## **2.2. MARCO CONCEPTUAL**

### **2.2.1. Cartografía**

La cartografía (del griego chartis = mapa y graphein = escrito) es la ciencia que se encarga del estudio y la elaboración de los mapas geográficos, territoriales y de diferentes dimensiones lineales y demás. Por extensión, también se denomina cartografía a un conjunto de documentos territoriales referidos a un ámbito concreto de estudio. (Gunter, 2003)

### **2.2.2. Lagunas de estabilización (oxidación)**

Las lagunas de estabilización son lugares de almacenamiento de aguas residuales, relativamente grandes y de poca profundidad, provistas de estructuras en tierra abiertas al sol y al aire y cuyo fin es el de lograr el tratamiento de las aguas residuales a través de procesos naturales, pero controlados (Saldarriaga, 2004)

Las lagunas de estabilización son el método más simple de tratamiento de aguas residuales que existe. Están constituidos por excavaciones poco profundas cercadas por taludes de tierra. Generalmente tiene forma rectangular o cuadrada.

#### **2.2.2.1. Lagunas aerobias**

Reciben aguas residuales que han sido sometidos a un tratamiento y que contienen relativamente pocos sólidos en suspensión. En ellas se produce la degradación de la materia orgánica mediante la actividad de bacterias aerobias que consumen oxígeno producido fotosintéticamente por las algas, (Romero, 2008) (Contreras, 1999)

#### **2.2.2.2. Lagunas aerobias**

La aireación es natural, siendo el oxígeno suministrado por intercambio a través de la interface aire-agua y fundamentalmente por la actividad fotosintética de las algas.

### **2.2.2.3. Lagunas aireadas**

En ellas la cantidad de oxígeno suministrada por medios naturales es insuficiente para llevar a cabo la oxidación de la materia orgánica, necesitándose un suministro adicional de oxígeno por medios mecánicos.

### **2.2.3. Definición de la contaminación**

Define a la contaminación como “la presencia en la atmosfera exterior de uno o más contaminantes o sus combinaciones. En cantidades tales y con tal duración que sean o puedan afectar la vida humana de animales. Plantas o de propiedades. Que interfiera el goce de la vida. Las propiedades o los ejercicios de las actividades. (Wark y warner 1990).

### **2.2.4. Fuentes de contaminación**

Las fuentes contaminantes de la atmosfera se pueden clasificar de la siguiente manera: Según (Avila, 1996)

#### **2.2.4.1. Fuentes naturales**

Son los elementos naturales del ambiente que emiten contaminación al aire debido a la actividad volcánica y biológica, incendios, generación de gases en los pantanos, tormentas, fermentaciones, etc. En las zonas rurales, por ejemplo:

El aire puede estar contaminado debido a procesos naturales, como sucede en las zonas pantanosas, geotérmicas, donde abundan los compuestos derivados del azufre y en algunos casos también puede haber gases procedentes del subsuelo.

#### **2.2.4.2. Fuentes antropogénicas**

Las actividades industriales, el uso de medio de transporte, los diferentes procesos de manufactura y la contaminación de la basura, producen diversas sustancias contaminantes del aire, incluyendo gases y humo. Son los elementos antropogénicos que emiten contaminación al aire; estas fuentes se dividen a su vez en:

#### **2.2.4.3. Fuentes puntuales**

Son las grandes empresas industriales o de servicios que por su magnitud se consideran de forma individual: cementeras, fundidoras, etc.

#### **2.2.4.4. Fuentes de área**

Son las pequeñas empresas industriales o se servicios que son consideradas en un grupo: tortillerías, panaderías, restaurantes, etc.

#### **2.2.4.5. Fuentes móviles**

Cualquier máquina, aparato o dispositivo como automóviles, barco, aviones, etc.

#### **2.2.4.6. Fuentes lineales**

Son fuentes con longitudes prolongadas donde hay emisiones constantes como: bandas transportadoras o vías del ferrocarril.

#### **2.2.4.7. Contaminación industrial y urbana**

La polución industrial es una combinación de varias fuentes vertiendo al mismo tiempo diferentes tipos de contaminantes y pueden clasificarse como:

- Contaminantes primarios: procedentes de las fuentes de emisión
- Contaminantes secundarios: originados por la interacción entre el contaminante primario y la composición atmosférica. (Garranza, 2001)

#### **2.2.5. Estudio de los parámetros meteorológicos a considerar**

La meteorología, (del griego meteoros (alto) y logos (tratado)), “es el estudio de los fenómenos atmosféricos y de los mecanismos que producen el tiempo, orientado a su predicción. Los fenómenos atmosféricos o meteoros pueden ser: aéreos como el viento; acuosos, como la lluvia, la nieve y el granizo; luminosos como la aurora polar o el arcoíris; y eléctricos como el rayo” (Contreras, 1999)

Un parámetro meteorológico se define como “aquella variable atmosférica o fenómeno (temperatura de aire, presión, viento, humedad, tormentas, nieblas, ciclones o anticiclones, etc.), que caracteriza el estado del tiempo en un lugar específico y en un tiempo dado” (Contreras, 1999)

Los parámetros meteorológicos que se utilizan en caso de estudios ambientales, son los siguientes: cobertura de las nubes, temperatura ambiente, humedad relativa, presión barométrica, dirección del viento, Altura de las nubes, precipitación y radiación solar, según: (Gallegos, 2010)

#### **2.2.5.1. Temperatura del ambiente**

Se presentan cuando una parcela de aire está a la misma temperatura que sus alrededores y sus unidades son grados centígrados, Fahrenheit o kelvin.

#### **2.2.5.2. Humedad relativa**

Compara la concentración actual de vapor de agua en el aire con la concentración de vapor de agua en la que el mismo aire está saturado (saturación de presión de vapor) esta es adimensional y se presenta en porcentaje (%).

#### **2.2.5.3. Presión barométrica**

La presión barométrica se calcula en base a la altura que alcanza el mercurio dentro de una columna de vidrio en base a la fuerza que ejerce la presión atmosférica sobre este, generalmente su unidad es el milibar.

#### **2.2.5.4. Dirección del viento**

Por lo general se mide en grados ( $^{\circ}$ ), minutos ( $'$ ) y segundos ( $''$ ) y el marco de referencia con respecto al cual se realiza estas mediciones es la rosa de vientos y la dirección del viento donde nos da a conocer de dónde viene el viento.



#### **2.2.5.5. Velocidad del viento**

Lo define como la compensación de las diferencias de presión atmosférica entre dos puntos. En el espacio exterior, la velocidad de viento es el movimiento de un punto a otro y acompañado de gases o partículas cargadas del sol a través del espacio. El viento planetario es la desgasificación de elementos químicos ligeros de la atmosfera de un planeta hacia el espacio. Allí, los vientos se suelen clasificar según su dimensión espacial, la velocidad, los tipos de fuerza que los causan, las regiones donde se producen y sus efectos. (Gunter, 2003)

#### **2.2.5.6. Precipitación**

Se produce por la caída directa en virtud de su peso, de gotas de agua o de cristales de hielo que se funden. Generalmente su medición se da en milímetros (Contreras, 1999)

#### **2.2.5.7. Radiación solar**

Se refiere a la energía solar que llega a la tierra en forma de ondas electromagnéticas; se pueden medir en joules o watts/m<sup>2</sup>

## 2.3. HIPÓTESIS

### 2.3.1. Hipótesis general

Al generar la cartografía de emisiones de malos olores, Los habitantes de las manzanas más cercanas son las más afectada por los gases provocado por la laguna de oxidación Puno, Julio - Agosto 2015.

### 2.3.2. Hipótesis específica

La generación del mapa temático del área afectada por las emisiones de malos olores es alta provocado por la laguna de oxidación Puno, Julio - Agosto 2015.

El impacto social de las emisiones de malos olores son altas generadas por la laguna de oxidación de la ciudad de Puno, Julio - Agosto 2015.

El impacto estimado de las emisiones de malos olores es alto debido a la cercanía de la laguna de oxidación Puno, Julio - Agosto 2015.

## CAPÍTULO III

### MÉTODOLOGIA DE LA INVESTIGACIÓN

#### 3.1. MÉTODO DE INVESTIGACIÓN

La investigación es cuantitativa, en su diseño de investigación: no experimental y de tipo de investigación descriptivo. La elección del mismo se fundamenta en que el presente estudio parte de la recolección de datos, se describen las variables y luego se analizan las muestras.

#### 3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA DE ESTUDIO

##### 3.2.1. Población

La población sujeta de la investigación estará conformada por los habitantes de las manzanas, pertenecientes a las cuadrículas de los puntos de muestro, cercanos a la laguna de oxidación de la ciudad de Puno.

##### 3.2.2. Muestra

El Tamaño de la Muestra fue establecida de acuerdo a la cantidad de habitantes por manzana en las cuadrículas establecidas según los puntos, como un estrato.

- **Muestra:** muestreo aleatorio estratificado.

Para la determinación de la emisión de malos olores de la laguna de oxidación La técnica utilizada fue el muestreo estratificado, considerando cada cuadrícula donde se ubica el punto, indicando la secuencia y los métodos que se emplearon en el proceso de ejecución de este proyecto de investigación.

### 3.3. MATERIALES, EQUIPOS Y SOFTWARES.

#### Materiales

- Lapiceros y borrador.
- Hojas de encuesta.
- Imagen satelital landsat 2015.

#### Equipos

- Equipo de tren de muestreo
- GPS navegador MAP76 CSs.
- Brújula.
- Binoculares
- Cámara fotográfica
- 01 computadora (core i7).
- Impresora láser Hp.

#### Softwares

- ArcGIS 10.1.
- Autocad civil 3d 2015

### 3.4. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Son el conjunto de procedimientos que sirven para recolectar los datos en forma ordenada, precisa y verídica. Referente al desarrollo.

- **Técnicas**

**Técnica la encuesta**

Esta técnica se trata de la organización de un determinado de preguntas para recoger información sobre algunos aspectos que se pretenden evaluar

- **Instrumentos de investigación**

**Cuestionario estructurado**

Conjunto de cuestiones o preguntas que deben ser contestadas en un examen, prueba, test, encuesta.

### 3.5. DESARROLLO METODOLÓGICO

#### 3.5.1. Etapa de ubicación de puntos de evaluación o monitoreo

##### 3.5.1.1. Ubicación previa de puntos de muestreo

El método consistió en observación directa desde tres zonas que son: PC\_06 Barrio Chanu Chanu ( $X = 392070.09$ ,  $Y = 8246832.29$ ), PC\_02 Urb. Cerro Colorado ( $X = 391673.00$ ,  $Y = 8247169.27$ ), PC\_03 Barrio Santiago Chejoña ( $X = 392677.72$ ,  $Y = 8246307.32$ ), PC-04 Barrio Huayna Pucara (Chanu Chanu III Etapa), ( $X = 391587.78$ ,  $Y = 8246017.65$ ), pc\_05 Centro Poblado de Salcedo (municipalidad del centro poblado salcedo), ( $X = 393259.75$ ,  $Y = 8245375.25$ ), PC\_01 Barrio Huascar, ( $X = 389668.55$ ,  $Y = 8249758.93$ ). Se observó que la dinámica de flujo de material particulado depende del clima, como factores importantes como la radiación solar, temperatura, viento y de más factores que se muestran en la tabla número 4.

### 3.5.1.2. Criterios y características de puntos de monitoreó

Los puntos de monitoreó se fijó de acuerdo a criterios de representatividad para la localización de los sitios de muestreo de malos olores que emana de la laguna de oxidación de la ciudad de Puno, de la siguiente manera:

- Altura de la toma de muestra sobre el piso: 2 – 15 m.
  - Distancia al árbol más cercano: > 20 m de la circunferencia que marca el follaje o las raíces y por lo menos 10 m, si los arboles actúan como un obstáculo.
  - La distancia del muestreador a obstáculos como edificios, debe ser mínimo, el doble de la altura en que sobresale el obstáculo sobre el muestreador y se recomienda un radio libre de 10 m.
  - No podrá haber flujos de hornos o de incineración cercanos. Se recomienda 20 m de distancia del sitio de muestreo.
- Además, se tuvo en cuenta los siguientes aspectos para el sitio de muestreo:
- Fácil acceso, para visitas regulares de inspección, mantenimiento, calibración, etc.
  - Seguridad contra vandalismo.
  - Infraestructura: el sitio debe contar con energía eléctrica segura y teléfono.
- Libre de obstáculos que afecten el flujo de aire en las cercanías del muestreador ejemplo:
- Edificio
  - Árboles, balcones y etc.

### **3.5.1.3. Consideraciones sobre ubicación de puntos de monitoreo en la ciudad de Puno**

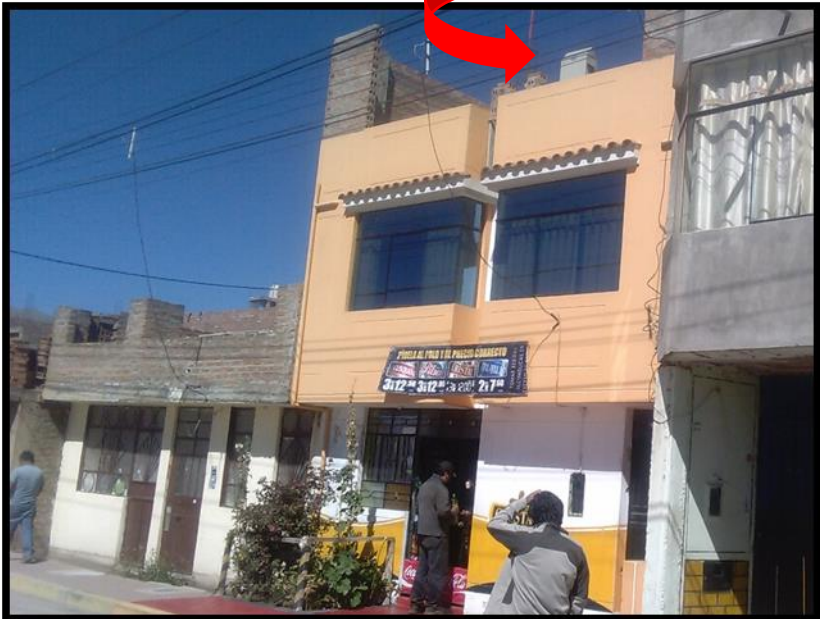
Para las consideraciones de los puntos de muestreo se consideró la dirección de las casas, fecha de monitoreo por 24 horas, ubicación de coordenadas cartesianas, altitud correspondiente, algunas observaciones mediciones de altura de muestreo y por último se tomó fotos respectivos. Como se puede observar con detalles en las siguientes páginas.

a. **Puntos de monitoreo**

Punto: Barrio Chanu Chanu	Instalación: 19 al 20 julio 2015 25 al 26 Agosto 2015
Ubicación	Variables monitoreadas
Coordenadas cartesianas: E: 392070.09      N:8246832.29	Dióxido de azufre SO <sub>2</sub> Sulfuro de hidrogeno H <sub>2</sub> S
Altura: 3952 MSNM	Código de estación: PC_01
<p style="text-align: center;"><b>Observaciones</b></p> El equipo está a una altura aproximadamente de 6.50 sobre la vía adyacente del piso	
<p style="text-align: center;"><b>Registro fotográfico</b></p>	
<div style="text-align: center;"> <div style="border: 1px solid green; border-radius: 10px; padding: 5px; display: inline-block; margin-bottom: 10px;">TREN DE MUESTREO</div>  </div>	



Punto : Urb. Cerro Colorado	Instalación : 20 al 21 julio 2015 26 al 27 agosto 2015
Ubicación Coordenadas cartesianas: E: 391673.00      N: 8247169.27	Variables monitoreadas Dióxido de azufre SO <sub>2</sub> Sulfuro de hidrogeno H <sub>2</sub> S
Altura: 3819 MSNM	Código de estación: PC_02
<p style="text-align: center;"><b>Observaciones</b></p> El equipo está a una altura aproximadamente de 5.90 sobre la vía adyacente del piso	
<p style="text-align: center;"><b>Registro fotográfico</b></p>	
<div style="text-align: center; margin-bottom: 10px;"> <span style="border: 1px solid green; border-radius: 15px; padding: 5px 20px;">TREN DE MUESTREO</span> </div> 	

Punto : Barrio Santiago Chejoña	Instalación : 21 al 22 julio 2015 27 al 28 agosto 2015
Ubicación Coordenadas cartesianas: E: 392677.72      N:8246307.32	Variables monitoreadas Dióxido de azufre SO <sub>2</sub> Sulfuro de hidrogeno H <sub>2</sub> S
Altura: 3832 MSNM	Código de estación: PC_03
<p style="text-align: center;"><b>Observaciones</b></p> El equipo está a una altura aproximadamente de 7.10 sobre la vía adyacente del piso	
<p style="text-align: center;"><b>Registro fotográfico</b></p>	
<div style="text-align: right; margin-bottom: 10px;"> <span style="border: 1px solid green; border-radius: 10px; padding: 5px 20px;">TREN DE MUESTREO</span> </div> 	

Punto : Barrio Huayna Pucara	Instalación : 22 al 23 julio 2015 28 al 29 agosto 2015
Ubicación Coordenadas cartesianas: E: 391587.78      N:8246017.65	Variables monitoreadas Dióxido de azufre SO <sub>2</sub> Sulfuro de hidrogeno H <sub>2</sub> S
Altura: 3832 MSNM	Código de estación: PC_04
<p style="text-align: center;"><b>Observaciones</b></p> El equipo está a una altura aproximadamente de 6.50 sobre la vía adyacente del piso	
<p style="text-align: center;"><b>Registro fotográfico</b></p>	
<div style="text-align: right; margin-bottom: 10px;"> <span style="border: 1px solid green; border-radius: 10px; padding: 2px 10px;">TREN DE MUESTREO</span> </div> 	

<p>Punto : Centro Poblado de Salcedo</p>	<p>Instalación : 24 al 25 julio 2015 29 al 30 agosto 2015</p>
<p>Ubicación Coordenadas cartesianas: E: 393259.75      N: 245375.25</p>	<p>VARIABLES MONITOREADAS Dióxido de azufre SO<sub>2</sub> Sulfuro de hidrogeno H<sub>2</sub>S</p>
<p>Altura: 3932 MSNM</p>	<p>Código de estación: PC_05</p>
<p style="text-align: center;"><b>Observaciones</b></p> <p>El equipo está a una altura aproximadamente de 4.50 sobre la vía adyacente del piso</p>	
<p style="text-align: center;"><b>Registro fotográfico</b></p>	
<div style="text-align: right; margin-bottom: 10px;"> <span style="border: 1px solid green; border-radius: 10px; padding: 2px 10px;">TREN DE MUESTREO</span> </div> 	

Punto : Barrio Huascar	Instalación : 25 al 26 julio 2015 30 al 31 agosto 2015
Ubicación Coordenadas cartesianas: E: 389668.55    N:8246832.29	Variables monitoreadas Dióxido de azufre SO <sub>2</sub> Sulfuro de hidrogeno H <sub>2</sub> S
Altura: 3912 MSNM	Código de estación: PC_06
<b>Observaciones</b> El equipo está a una altura aproximadamente de 5.90 sobre la vía adyacente del piso	
<b>Registro fotográfico</b>	
<div style="text-align: right; margin-bottom: 10px;"> <span style="border: 1px solid green; border-radius: 10px; padding: 2px 10px;">TREN DE MUESTREO</span> </div> 	

### 3.5.2. Etapa de muestreo de la emisión de malos olores de la laguna de oxidación Puno

#### 3.5.2.1. Muestreo de los malos olores

➤ El procedimiento para recolectar la concentración de gases: (SO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>S), con el equipo TREN DE MUESTREO, comprende los siguientes pasos:

- Armar el trípode del equipo de tren de muestreo.
- Colocar sobre el trípode el equipo de tren de muestreo TM-10540.
- Conectar la energía eléctrica.
- Tener las soluciones de muestreo (SO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>S).
- Vaciar la solución de muestra (SO<sub>2</sub>, dióxido de azufre), al Frascos Dreschel.
- Vaciar la solución de muestra (H<sub>2</sub>S, sulfuro de hidrogeno), al Frascos Dreschel.
- Calibrar el flujometro (2cc/min x 1000), para la muestra de solución (SO<sub>2</sub>, dióxido de azufre).
- Calibrar el flujometro (2cc/min x 1000), para la muestra de solución (H<sub>2</sub>S, sulfuro de hidrogeno).
- Programar el equipo de tren de muestreo par su apagado automático de 24 horas, del muestreo se los gases requeridos.
- Una vez finalizado el tiempo de 24 horas de muestreo se realiza el vaciado de la muestra se solución del frasco dreschel al envase original en la que vino para su posterior análisis en laboratorio.

### **3.5.3. Etapa de laboratorio**

#### **3.5.3.1. Criterios de metodología para el aseguramiento de la calidad de resultado de las soluciones de muestreo (SO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>S) en ug/m<sup>3</sup>**

- Los ensayos se realizó en el laboratorio: ECOSOUTH medio ambiente ingeniería y geomática S.R.L.
- INFORME DE ENSAYO: 24348/2015.

#### **3.5.4. Impacto social de las emisiones de malos olores de la laguna de oxidación Puno agosto 2015**

El impacto social se dé identifico mediante la técnica de la encuesta, mediante el instrumento cuestionario estructurado, se seleccionó la población aledaña a la laguna de oxidación y la muestra se ubicó de acuerdo a los puntos ubicados por cuadrícula por lo tanto cada cuadrícula contiene manzanas en la que vive los habitantes seleccionados.

#### **3.5.5. Estimación del Impacto social de las emisiones de malos olores de la laguna de oxidación Puno agosto 2015**

Para la evaluación, se utilizó una encuesta (anexo) por manzana, para hallar el tamaño de muestra se empleó muestreo aleatorio estratificado.

#### **Formula básica:**

Una vez obtenido el tamaño de muestra para la encuesta de todos los puntos de estudio realizamos la encuesta para saber el impacto social de

las emisiones de malos olores de la laguna de oxidación, en donde se muestra el tamaño maestral por punto en el cuadro.

$$n_0 = \frac{Z^2 \cdot pq}{e^2}$$

**Donde:**

$n_0$  = Tamaño de la muestra inicial.

$z^2$  = Nivel de confianza.

$e^2$  = Precision o error.

$p$  = Variabilidad positiva.

$q$  = Variabilidad negativa.

Si conocemos tamaño de población tenemos que hacer ajuste del tamaño de muestra y será igual a:

$$n' = \frac{n_0}{1 + \left(\frac{n_0 - 1}{N}\right)}$$

**Donde:**

$n'$  = Tamaño de la muestra ajustada.

$N$  = Tamaño de población.

$n_0$  = Tamaño de la población.

Una vez obtenido el tamaño de muestra para la encuesta de todas las zonas de estudio repartimos equitativamente por un punto de estudio de acuerdo a la densidad poblacional de habitantes por cuadrícula (anexo 9), en donde se muestra el tamaño muestral por punto en la tabla N° 3.



**Tabla N° 3:** Tamaño de muestra cantidad de habitantes por manzana

<b>Punto</b>	<b>Ubicación</b>	<b>N° MUESTRA</b>
PC_01	Barrio Huascar	89
PC_02	Urb. Cerro Colorado	71
PC_03	Barrio Santiago Chejoña	17
PC_04	Barrio Huayna Pucara	64
pc_05	Centro Poblado de Salcedo	116
PC_06	Barrio Chanu Chanu	17
<b>TOTAL</b>		<b>374</b>

**Fuente:** Elaboración propia

## CAPÍTULO IV

### CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INVESTIGACIÓN

#### 4.1. ÁMBITO DE ESTUDIO

El ámbito de estudio está definido por el territorio correspondiente a los habitantes de la ciudad de Puno.

##### 4.1.1. Localización del proyecto

El presente proyecto fue desarrollado en la ciudad de Puno ubicado en el distrito de Puno.

##### 4.1.2. Ubicación geográfica del proyecto

El área urbana de la ciudad de la ciudad de Puno, políticamente se encuentra ubicada en:

Lugar : Área urbana

Distrito : Puno

Provincia : Puno

Departamento : Puno

País : Perú

#### Coordenadas UTM

Datum : WGS 84

Zona : 19 L

**Puno:**

Norte : 8248773

Este : 390597

Altitud : 3812 m.s.n.m.

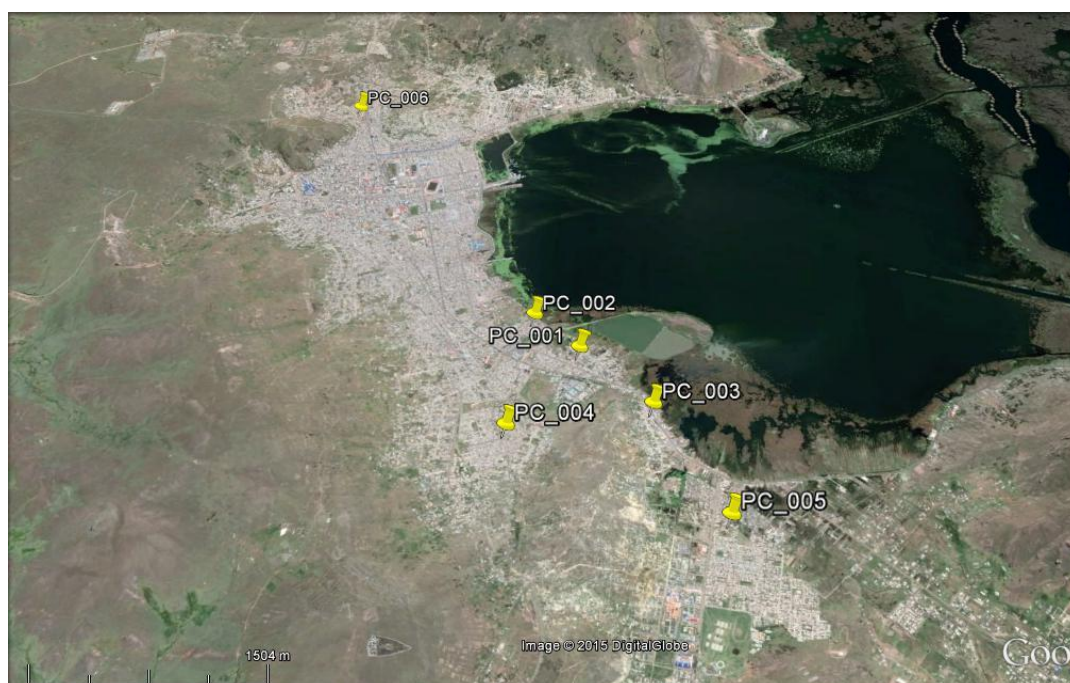
Latitud: 15°50'31" S

Longitud: 70°01'11" O

**Fuente:** <http://dateandtime.info/es/citycoordinates.php?id=3931276-2015>

- **Ubicación y descripción de la población**

La población en el área urbana de la ciudad de Puno los últimos años tuvo un crecimiento que se debe, en parte, al proceso de migración, que genera desplazamientos de pobladores de las zonas rurales a las urbanas en busca de mejoras en el ingreso y en el acceso a servicios básicos. Llegando así el crecimiento de Puno en 141,064 pobladores, (INEI 2014).



**Figura N° 5:** Mapa de ubicación de los puntos de estudio de la ciudad de Puno (Elaboración propia).

- **Climatología de la ciudad de Puno**

El clima en la ciudad de Puno está determinado principalmente por los factores de altitud, latitud, forma y orientación de los cerros y su proximidad al lago Titicaca con una fuente importante de humedad y elemento moderador, lo cual hace al clima de la ciudad más templada y tolerable que en las otras áreas del altiplano.

El clima de Puno se clasifica como frío y seco, con otoño, invierno y primavera secos característico de la zona circunlacustre de la cuenca. De otro lado, el clima de Puno tiene influencia sobre la dinámica de la ciudad y problemática ambiental, recibe importante influencia directa del lago Titicaca y la geomorfología circundante, que orienta el movimiento de los vientos o limita horas del sol por los elevados cerros del lado norte de la ciudad, una característica que puede determinar la orientación de las viviendas en la ciudad. En contraposición a esto también las actividades urbanas cotidianas generan en mayor o en menor grado, cambios en el clima, a causa de las emisiones gaseosas.

**Tabla N° 4:** Características meteorológicas de la ciudad de Puno.

Vientos	Precipitación pluvial	Radiación	Insolación	Temperatura	Humedad relativa	Evaporación	Presión atmosférica
Aumenta en mes de agosto	Intensa entre diciembre marzo	Con marcadas diferencias en el año	Disminuye entre verano e invierno	Con diferencias marcadas entre junio y noviembre	Variable las épocas de lluvia	Variable durante todo el año	Variable con la altitud
Dirección lago tierra lago	Con presencia de granizadas	Con oscilaciones diarias	Con oscilaciones diarias	Con oscilaciones diarias	Baja en la tarde y se eleva en la noche	En el lago Titicaca es 602 m <sup>3</sup> /año	Incrementa con la altitud
2 a 4 m/s	650 a 700 mm	511 cal/cm <sup>2</sup> /día	8.2 horas/día	0.4 a 15.4 °c	49%	518 mm/año	646 milibares

**Fuente:** SENAMHI – Puno 2015

## CAPÍTULO V

### EXPOSICIÓN, INTERPRETACIÓN Y ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

#### 5.1. CONCENTRACIÓN DE GASES (SO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>S) EN UG/M<sup>3</sup>. DEL TREN DE MUESTREO EMITIDO POR LA LAGUNA DE OXIDACIÓN PUNO JULIO - AGOSTO DEL 2015

En la tabla N° 5, se muestra las concentraciones de gases (SO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>S) en ug/m<sup>3</sup>. En el mes de julio del 2015 Donde, Barrio Chanu Chanu presenta SO<sub>2</sub> 16.01ug/m<sup>3</sup>, H<sub>2</sub>S 29.72 ug/m<sup>3</sup>, presión atmosférica 635.33 mBar, HR 21.05 % y T° 16.55 °C, Urb. Cerro Colorado presenta SO<sub>2</sub> 17.09 ug/m<sup>3</sup>, H<sub>2</sub>S 34.83 ug/m<sup>3</sup>, presión atmosférica 634.00 mBar, HR 44.83 % y T° 14.60 °C, Barrio Santiago Chejoña presenta SO<sub>2</sub> 15.39 ug/m<sup>3</sup>, H<sub>2</sub>S 20.84 ug/m<sup>3</sup>, presión atmosférica 626.67 mBar, HR 54.40 % y T° 15.25 °C, Barrio Huayna Pucara presenta SO<sub>2</sub> 14.32 ug/m<sup>3</sup>, H<sub>2</sub>S 20.07 ug/m<sup>3</sup>, presión atmosférica 634.00 mBar, HR 39.27 % y T° 13.45 °C, Centro Poblado de Salcedo presenta SO<sub>2</sub> 15.62 ug/m<sup>3</sup>, H<sub>2</sub>S 20.61 ug/m<sup>3</sup>, presión atmosférica 633.00 mBar, HR 44.83 % y T° 13.33 °C, Barrio Huascar presenta debido a la cantidad de vehículos existentes SO<sub>2</sub> 9.90 ug/m<sup>3</sup>, H<sub>2</sub>S 5.73 ug/m<sup>3</sup>, presión atmosférica 629.00 mBar, HR 31.33 % y T° 14.85 °C, que son inferiores a las ECAS permisibles, los resultados obtenidos del tren de muestreo (anexo 2).

**Tabla N° 5:** Concentración de gases (SO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>S) en ug/m<sup>3</sup>. En la ciudad de Puno por 24 horas julio del 2015.

ESTACION	PUNTO	FECHA DE MUESTREO	concentración de SO <sub>2</sub> (ug/m <sup>3</sup> )	concentración de H <sub>2</sub> S (ug/m <sup>3</sup> )	presión atmosférica (mBar)	HR (%)	T° (°C)
Barrio Chanu Chanu	PC_01	19 al 20/07/2015	16.01	29.72	635.33	21.05	16.55
Urb. Cerro Colorado	PC_02	20 al 21/07/2015	17.09	34.83	634.00	44.83	14.60
Barrio Santiago Chejoña	PC_03	21 al 22/07/2015	15.39	20.84	626.67	54.40	15.25
Barrio Huayna Pucara	PC_04	22 al 23/07/2015	14.32	20.07	634.00	39.27	13.45
Centro Poblado de Salcedo	pc_05	24 al 25/07/2015	15.62	20.61	633.00	44.83	13.33
Barrio Huascar	PC_06	25 al 26/07/2015	9.90	5.73	629.00	31.33	14.85
ECA	SO <sub>2</sub> 250ug/m <sup>3</sup> , H <sub>2</sub> S 150ug/m <sup>3</sup>						

Fuente: Elaboración propia

En la tabla N° 6, se muestra las concentraciones de gases (SO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>S) en ug/m<sup>3</sup>. En el mes de agosto del 2015 Donde, Barrio Chanu Chanu presenta SO<sub>2</sub> 16.01ug/m<sup>3</sup>, H<sub>2</sub>S 29.72 ug/m<sup>3</sup>, presión atmosférica 635.33 mBar, HR 21.05 % y T° 16.55 °C, Urb. Cerro Colorado presenta SO<sub>2</sub> 17.09 ug/m<sup>3</sup>, H<sub>2</sub>S 34.83 ug/m<sup>3</sup>, presión atmosférica 634.00 mBar, HR 44.83 % y T° 14.60 °C, Barrio Santiago Chejoña presenta SO<sub>2</sub> 15.39 ug/m<sup>3</sup>, H<sub>2</sub>S 20.84 ug/m<sup>3</sup>, presión atmosférica 626.67 mBar, HR 54.40 % y T° 15.25 °C, Barrio Huayna Pucara presenta SO<sub>2</sub> 14.32 ug/m<sup>3</sup>, H<sub>2</sub>S 20.07 ug/m<sup>3</sup>, presión atmosférica 634.00 mBar, HR 39.27 % y T° 13.45 °C, Centro Poblado de Salcedo presenta SO<sub>2</sub> 15.62 ug/m<sup>3</sup>, H<sub>2</sub>S 20.61 ug/m<sup>3</sup>, presión atmosférica 633.00 mBar, HR 44.83 % y T° 13.33 °C, Barrio Huascar presenta debido a la cantidad de vehículos existentes SO<sub>2</sub> 9.90 ug/m<sup>3</sup>, H<sub>2</sub>S 5.73 ug/m<sup>3</sup>, presión atmosférica 629.00 mBar, HR 31.33 % y T° 14.85 °C, que son inferiores a las ECAS permisibles, los resultados obtenidos del tren de muestreo (anexo 2).

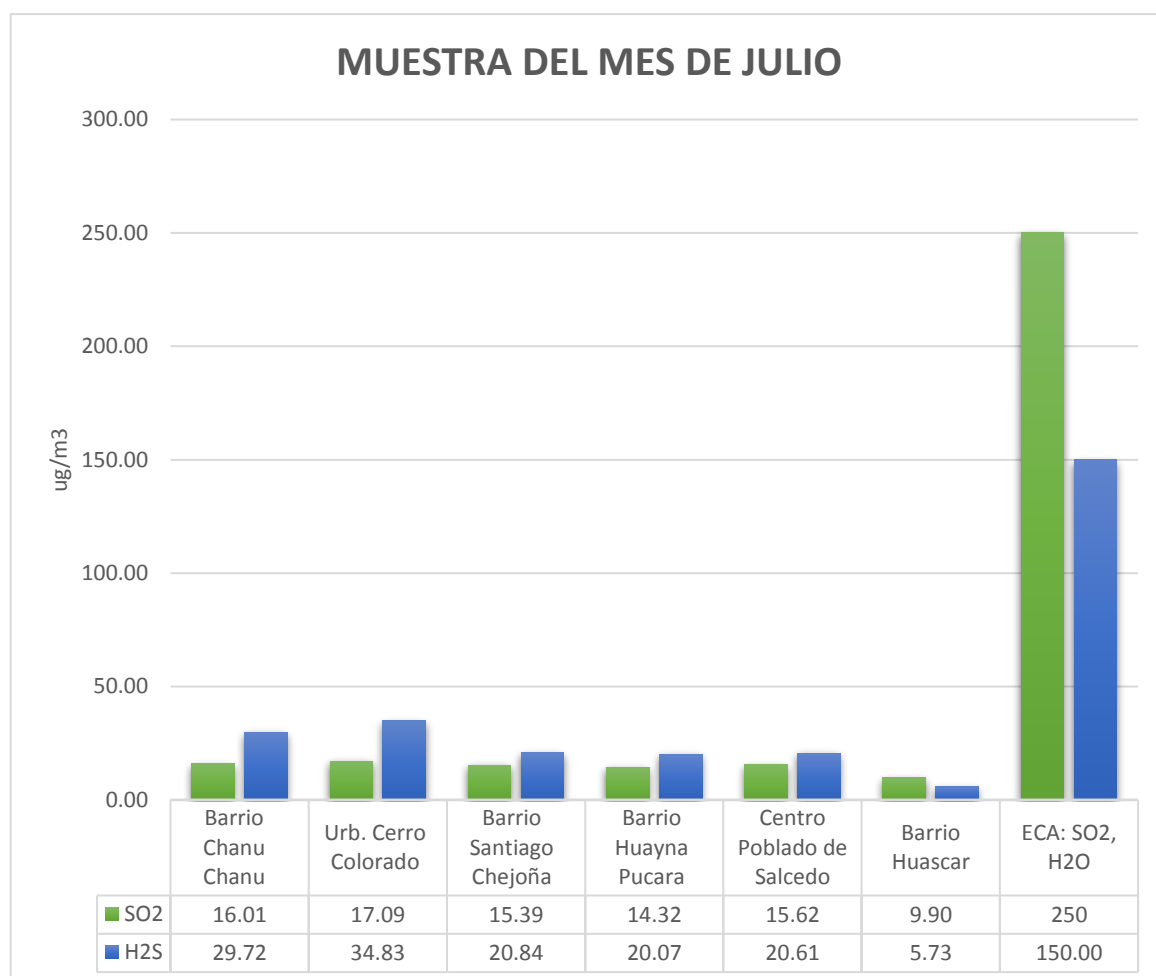


**Tabla N° 6:** Concentración de gases (SO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>S) en ug/m<sup>3</sup>. En la ciudad de Puno por 24 horas Agosto del 2015.

ESTACION	PUNTO	FECHA DE MUESTREO	concentración de SO <sub>2</sub> (ug/m <sup>3</sup> )	concentración de H <sub>2</sub> S (ug/m <sup>3</sup> )	presión atmosférica (mBar)	HR (%)	T° (°C)
Barrio Chanu Chanu	PC_01	19 al 20/07/2015	17.26	35.00	635.33	21.05	16.55
Urb. Cerro Colorado	PC_02	20 al 21/07/2015	16.78	39.38	634.00	44.83	14.60
Barrio Santiago Chejoña	PC_03	21 al 22/07/2015	16.09	26.42	626.67	54.40	15.25
Barrio Huayna Pucara	PC-04	22 al 23/07/2015	16.47	28.17	634.00	39.27	13.45
Centro Poblado de Salcedo	pc_05	24 al 25/07/2015	15.22	26.81	633.00	44.83	13.33
Barrio Huascar	PC_06	25 al 26/07/2015	9.90	5.66	629.00	31.33	14.85
ECA	SO <sub>2</sub> 250ug/m <sup>3</sup> , H <sub>2</sub> S 150ug/m <sup>3</sup>						

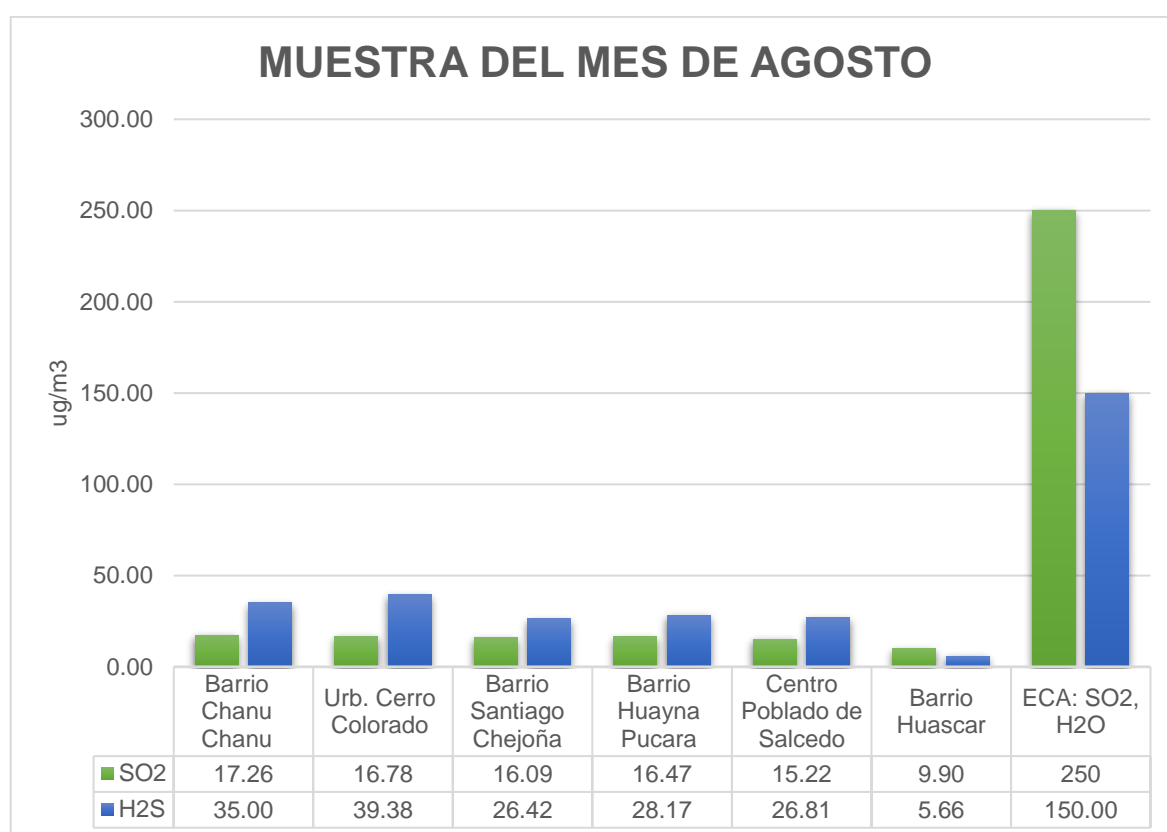
**Fuente:** Elaboración propia

En la figura N° 6, se muestra que las concentraciones de gases SO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>S (ug/m<sup>3</sup>) en el mes de Julio del 2015 en la en las manzanas aledañas a la laguna de oxidación se encuentran por debajo de lo establecido según ellas Estándares Nacionales de Calidad Ambiental (ECAS), del Decreto Supremo N°-2017-MINAM no son superadas por la concentración de gases.



**Figura N° 6:** Concentración de gases (SO<sub>2</sub>, HS<sub>2</sub>) ug/m<sup>3</sup> en el mes de Julio

En la figura N° 7, se muestra que las concentraciones de gases SO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>S (ug/m<sup>3</sup>) en el mes de Agosto del 2015 en la en las manzanas aledañas a la laguna de oxidación se encuentran por debajo de lo establecido según ellas Estándares Nacionales de Calidad Ambiental (ECAS), del Decreto Supremo N°-2017-MINAM no son superadas por la concentración de gases.



**Figura N° 7:** Concentración de gases (SO<sub>2</sub>, HS<sub>2</sub>) ug/m<sup>3</sup> en el mes de Agosto

## 5.2. IMPACTO SOCIAL DE LAS EMISIONES DE MALOS OLORES DE LA LAGUNA DE OXIDACIÓN PUNO

El punto PC\_06 no muestra mayor presencia de gases percibido por habitantes del Barrio Huáscar por lo tanto no consideramos en la tablas de estadística.

**Tabla N° 7:** ¿Qué edad tiene?

¿Qué edad tiene?	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
< 14	5	1.8	1.8	1.8
15-65	265	93	93	94.7
> 65	15	5.3	5.3	100
Total	285	100	100	

De los 285 encuestados de los puntos PC\_01, PC\_02, PC\_03, PC\_04, PC\_05 obtenidas en la (Tabla N° 7) el 93% de la población tienen la edad 15-65 años, 5% mayores 65 años, 2% menores a 14 años, son las personas encuestadas en los puntos PC\_01, PC\_02, PC\_03, PC\_04, PC\_05 (Figura N° 08)

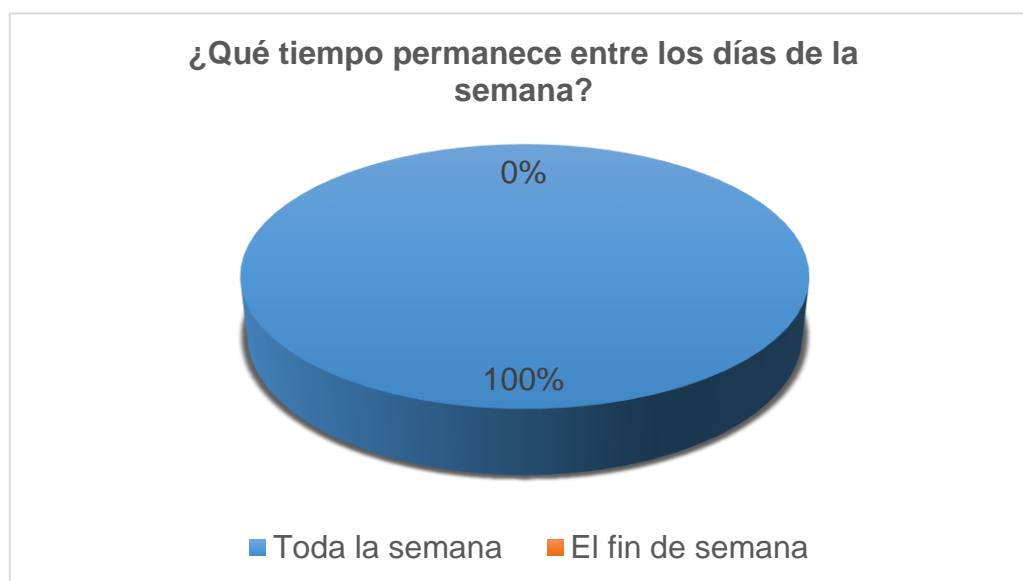


**Figura N° 8:** Qué edad tiene

**Tabla N° 8:** ¿Qué tiempo permanece entre los días de la semana?

¿Qué tiempo permanece entre los días de la semana?	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
El fin de semana	0	0	0	0
Toda la semana	285	100	100	100

De los 285 encuestados de los puntos PC\_01, PC\_02, PC\_03, PC\_04, PC\_05 obtenidas en la (Tabla N° 8) el 100% de la población permanecen toda la semana y el 0% el fin de semana, en lo cual son las personas encuestadas en los puntos PC\_01, PC\_02, PC\_03, PC\_04, PC\_05 (Figura N° 09)

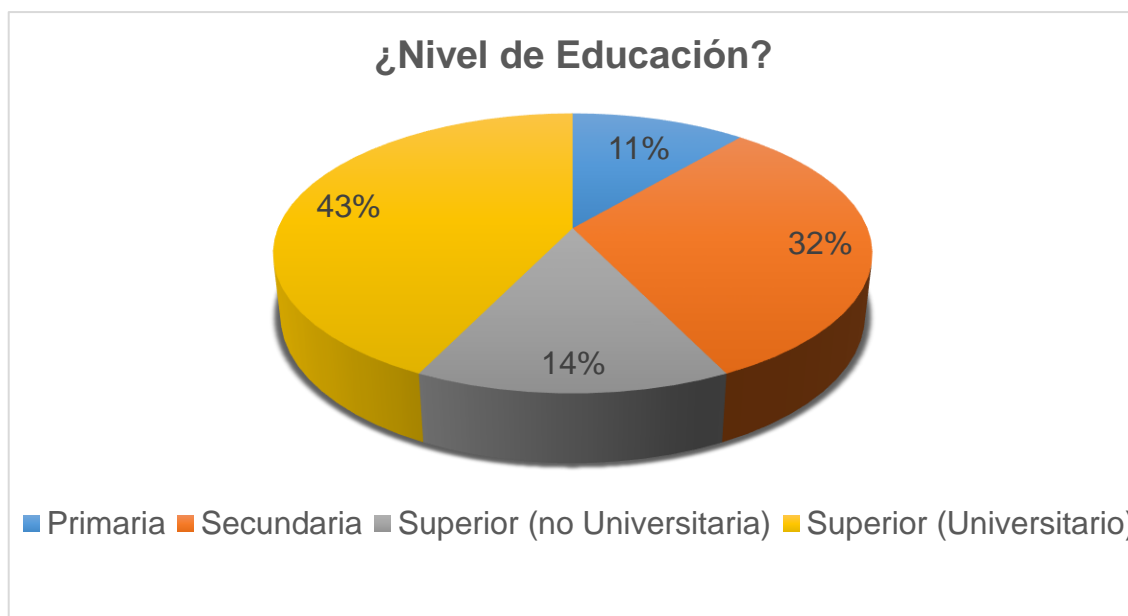


**Figura N° 9:** Qué tiempo permanece entre los días de la semana

**Tabla N° 9:** ¿Nivel de Educación?

¿Nivel de Educación?	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Primaria	32	11.2	11.2	11.2
Secundaria	90	31.6	31.6	42.8
Superior no Universitaria	41	14.4	14.4	57.2
Superior Universitario	122	42.8	42.8	100
Total	285	100	100	

De los 285 encuestados de los puntos PC\_01, PC\_02, PC\_03, PC\_04, PC\_05 obtenidas en la (Tabla N° 9) el 43% de la población encuestada tiene un nivel de educación superior (universitario), 32% secundaria, 14% superior (no universitaria), 11% primaria, en lo cual son las personas encuestadas en los puntos PC\_01, PC\_02, PC\_03, PC\_04, PC\_05 (Figura N° 10)



**Figura N° 10:** Nivel de Educación

**Tabla N° 10:** ¿Considera que vive en una localidad problemática en materia de olores?

¿Considera que vive en una localidad problemática en materia de olores?	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
SI	284	99.6	99.6	99.6
No	1	0.4	0.4	100
Total	285	100	100	

De los 285 encuestados de los puntos PC\_01, PC\_02, PC\_03, PC\_04, PC\_05 obtenidas en la (Tabla N° 10) el 100% de la población encuestada si considera que vive en una localidad problemática en materia de olores 0% no considera que vive en una localidad problemática en materia de olores, en lo cual los olores son producidas por la laguna de oxidación Puno (Figura N° 11).

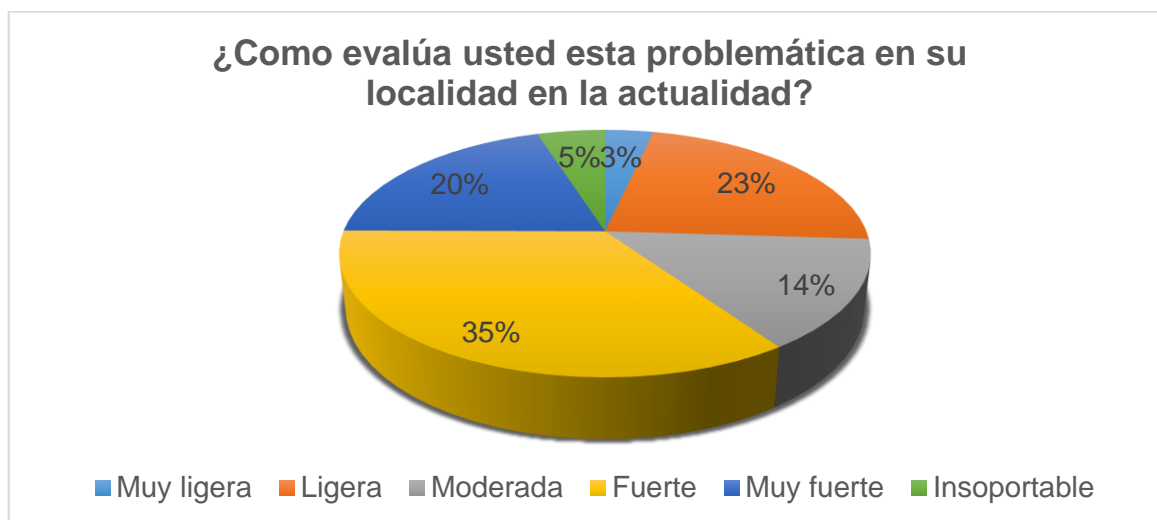


**Figura N° 11:** Considera que vive en una localidad problemática en materia de olores.

**Tabla N° 11:** ¿Cómo evalúa usted esta problemática en su localidad en la actualidad?

¿Cómo evalúa usted esta problemática en su localidad en la actualidad?	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Muy ligera	10	3.5	3.5	3.5
Ligera	64	22.5	22.5	26
Moderada	41	14.4	14.4	40.4
Fuerte	99	34.7	34.7	75.1
Muy fuerte	57	20	20	95.1
Insoportable	14	4.9	4.9	100
Total	285	100	100	

De los 285 encuestados de los puntos PC\_01, PC\_02, PC\_03, PC\_04, PC\_05 obtenidas en la (Tabla N° 11) el 35% de la población encuestada evalúa la problemática en su localidad que es fuerte los olores, 23% ligera, 20% muy fuerte, 14% moderada, 5% insoportable 3% muy ligera, en lo cual los olores son producidas por la laguna de oxidación Puno (Figura N° 12).



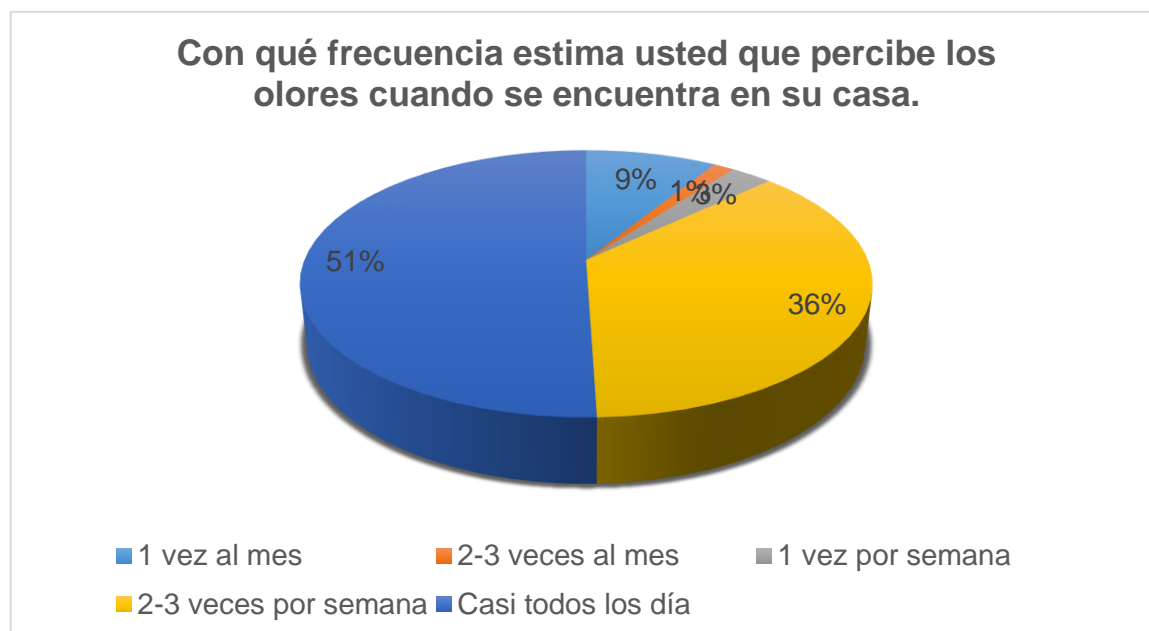
**Figura N° 12:** Cómo evalúa usted esta problemática en su localidad en la actualidad.



**Tabla N° 12:** Con qué frecuencia estima usted que percibe los olores cuando se encuentra en su casa.

Con qué frecuencia estima usted que percibe los olores cuando se encuentra en su casa.	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
1 vez al mes	25	8.8	8.8	8.8
2-3 veces al mes	4	1.4	1.4	10.2
1 vez por semana	8	2.8	2.8	13
2-3 veces por semana	104	36.5	36.5	49.5
Casi todos los día	144	50.5	50.5	100
Total	285	100	100	

De los 285 encuestados de los puntos PC\_01, PC\_02, PC\_03, PC\_04, PC\_05 obtenidas en la (Tabla N° 12) el 51% de la población encuestada. Estima que percibe los olores producidas por la laguna de oxidación Puno casi todo los días, 36% 2-3 veces por semana, 9% 1 vez al mes, 3% 1 vez por semana, 1% 2-3 veces al mes, por consiguiente estiman los olores producidas por la laguna de oxidación (Figura N° 13).

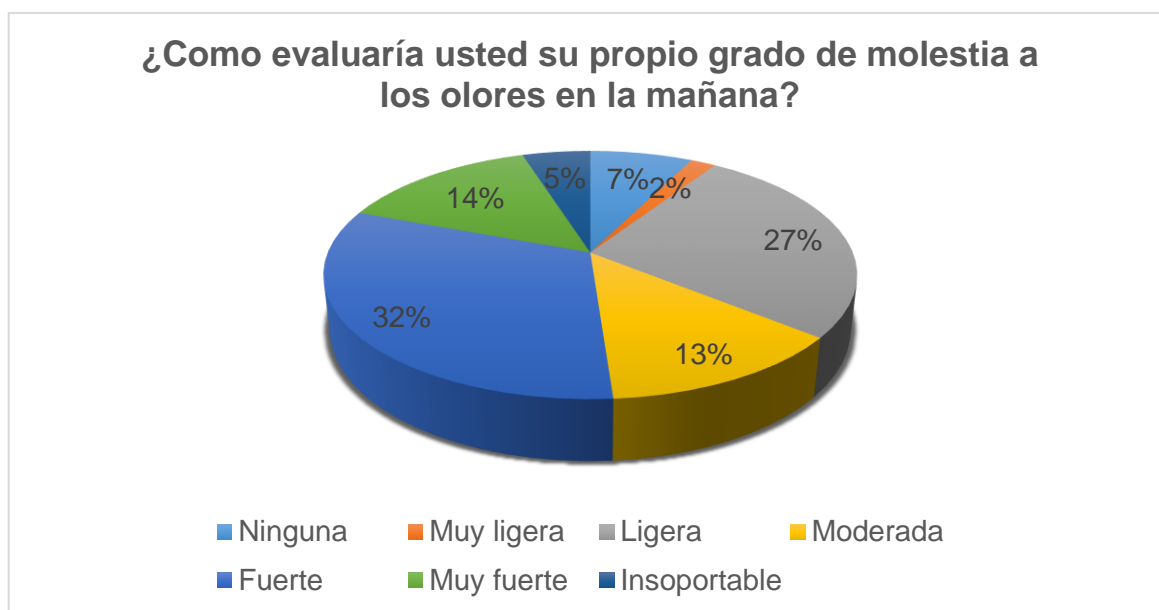


**Figura N° 13:** Con qué frecuencia estima usted que percibe los olores cuando se encuentra en su casa.

**Tabla N° 13:** ¿Cómo evaluaría usted su propio grado de molestia a los olores en la mañana?

¿Cómo evaluaría usted su propio grado de molestia a los olores en la mañana?	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Ninguna	21	7.4	7.4	7.4
Muy ligera	5	1.8	1.8	9.1
Ligera	76	26.7	26.7	35.8
Moderada	37	13	13	48.8
Fuerte	91	31.9	31.9	80.7
Muy fuerte	41	14.4	14.4	95.1
Insoportable	14	4.9	4.9	100
Total	285	100	100	

De los 285 encuestados de los puntos PC\_01, PC\_02, PC\_03, PC\_04, PC\_05 obtenidas en la (Tabla N° 13) el 32% de la población encuestada. Evalúa el grado de molestia producida por la laguna de oxidación por las mañanas fuerte, 27% ligera, 14% muy fuerte, 13% moderada, 7% ninguna, 5% insoportable, 2% muy ligera, por consiguiente estiman que el grado de molestia de los olores producidas por la laguna de oxidación se muestran (Figura N° 14).

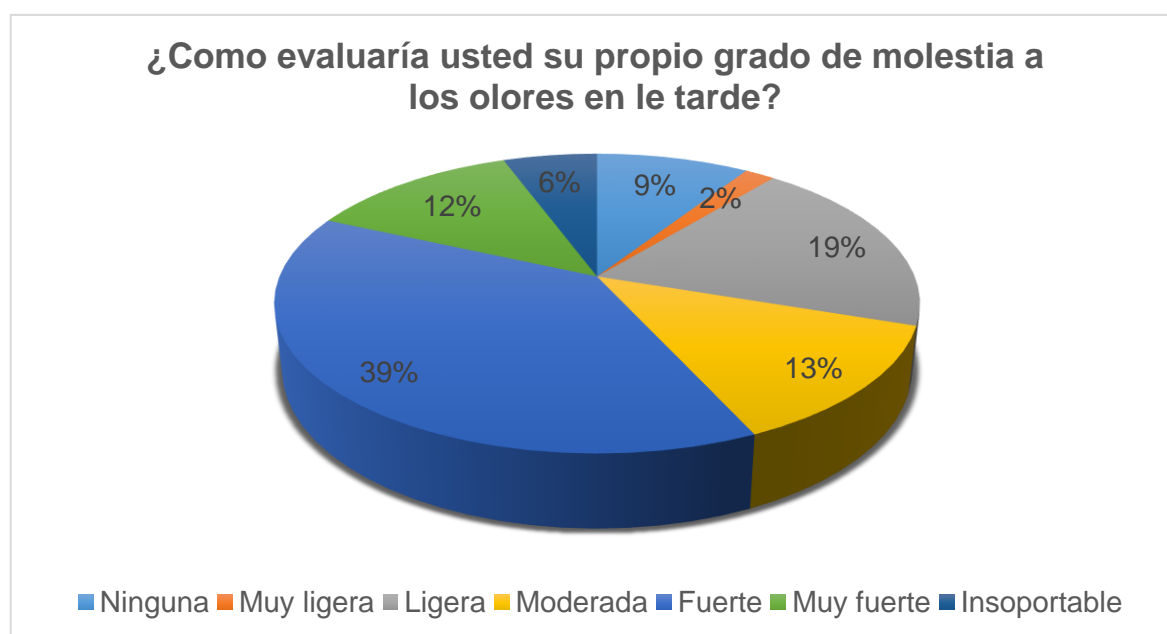


**Figura N° 14:** Cómo evaluaría usted su propio grado de molestia a los olores en la mañana.

**Tabla N° 14:** ¿Cómo evaluaría usted su propio grado de molestia a los olores en le tarde?

¿Cómo evaluaría usted su propio grado de molestia a los olores en le tarde?	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Ninguna	26	9.1	9.1	9.1
Muy ligera	5	1.8	1.8	10.9
Ligera	55	19.3	19.3	30.2
Moderada	37	13	13	43.2
Fuerte	110	38.6	38.6	81.8
Muy fuerte	36	12.6	12.6	94.4
Insoportable	16	5.6	5.6	100
Total	285	100	100	

De los 285 encuestados de los puntos PC\_01, PC\_02, PC\_03, PC\_04, PC\_05 obtenidas en la (Tabla N° 14) el 39% de la población encuestada. Evalúa el grado de molestia producida por la laguna de oxidación por las tarde es fuerte, 19% ligera, 13% moderada, 12% muy fuerte, 9% ninguna, 6% insoportable, 2% muy ligera, por consiguiente estiman que el grado de molestia de los olores producidas por la laguna de oxidación se muestran (Figura N° 15).

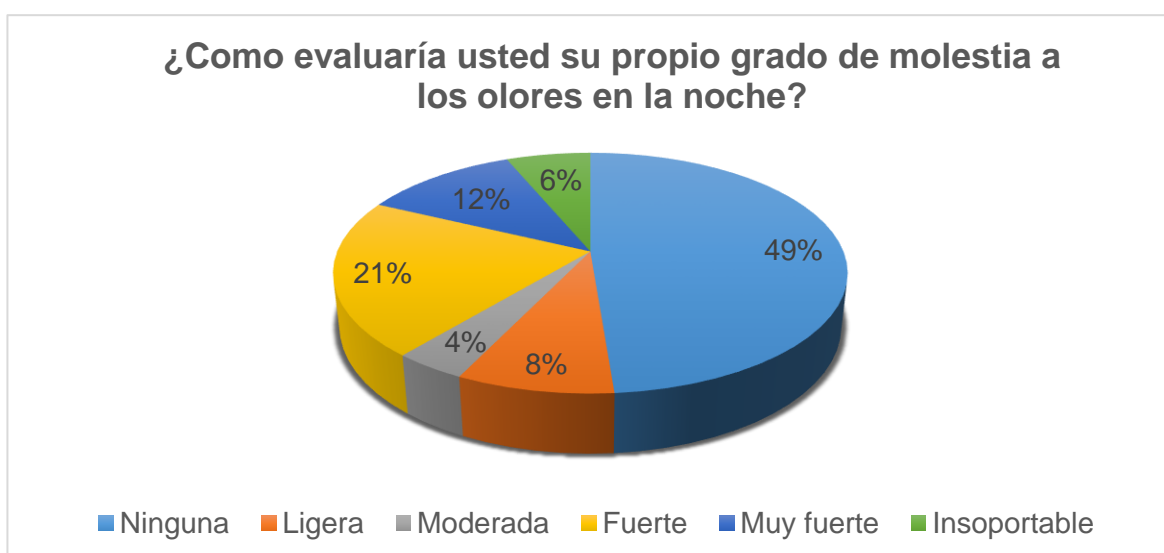


**Figura N° 15:** Como evaluaría usted su propio grado de molestia a los olores en le tarde

**Tabla N° 15:** ¿Cómo evaluaría usted su propio grado de molestia a los olores en la noche?

¿Cómo evaluaría usted su propio grado de molestia a los olores en la noche?	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Ninguna	139	48.8	48.8	48.8
Ligera	24	8.4	8.4	57.2
Moderada	11	3.9	3.9	61.1
Fuerte	60	21.1	21.1	82.1
Muy fuerte	33	11.6	11.6	93.7
Insoportable	18	6.3	6.3	100
Total	285	100	100	

De los 285 encuestados de los puntos PC\_01, PC\_02, PC\_03, PC\_04, PC\_05 obtenidas en la (Tabla N° 15) el 49% de la población encuestada. Evalúa el grado de molestia producida por la laguna de oxidación por las noche es ninguna, 21% fuerte, 12% muy fuerte, 8% ligera, 6% insoportable, 4% moderada, por consiguiente estiman que el grado de molestia de los olores producidas por la laguna de oxidación se muestran (Figura N° 16).

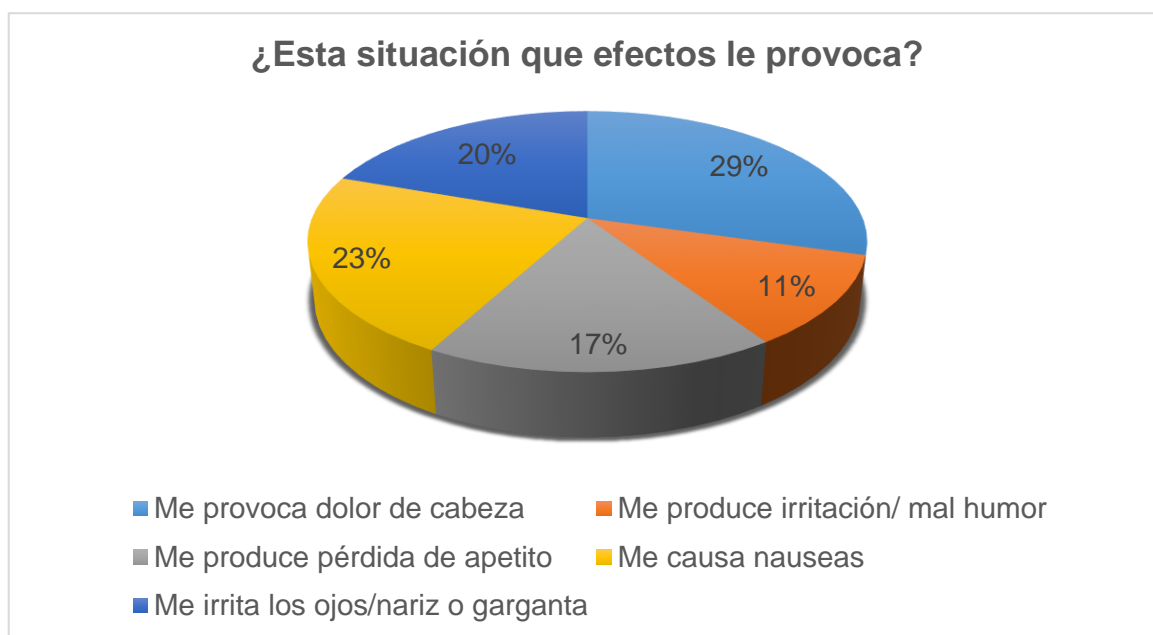


**Figura N° 16:** Como evaluaría usted su propio grado de molestia a los olores en la noche

**Tabla N° 16:** ¿Esta situación que efectos le provoca?

¿Esta situación que efectos le provoca?	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Me provoca dolor de cabeza	84	29.5	29.5	29.5
Me produce irritación/ mal humor	32	11.2	11.2	40.7
Me produce pérdida de apetito	49	17.2	17.2	57.9
Me causa nauseas	64	22.5	22.5	80.4
Me irrita los ojos/nariz o garganta	56	19.6	19.6	100
Total	285	100	100	

De los 285 encuestados de los puntos PC\_01, PC\_02, PC\_03, PC\_04, PC\_05 obtenidas en la (Tabla N° 16) el 29% de la población encuestada. Los olores producidos por la laguna de oxidación Puno les provoca dolor de cabeza, 23% me causa nauseas, 20% Me irrita los ojos/nariz o garganta, 17% Me produce pérdida de apetito, 11% Me produce irritación/ mal humor, por consiguiente estiman que el grado de molestia de los olores producidas por la laguna de oxidación se muestran (Figura N° 17).

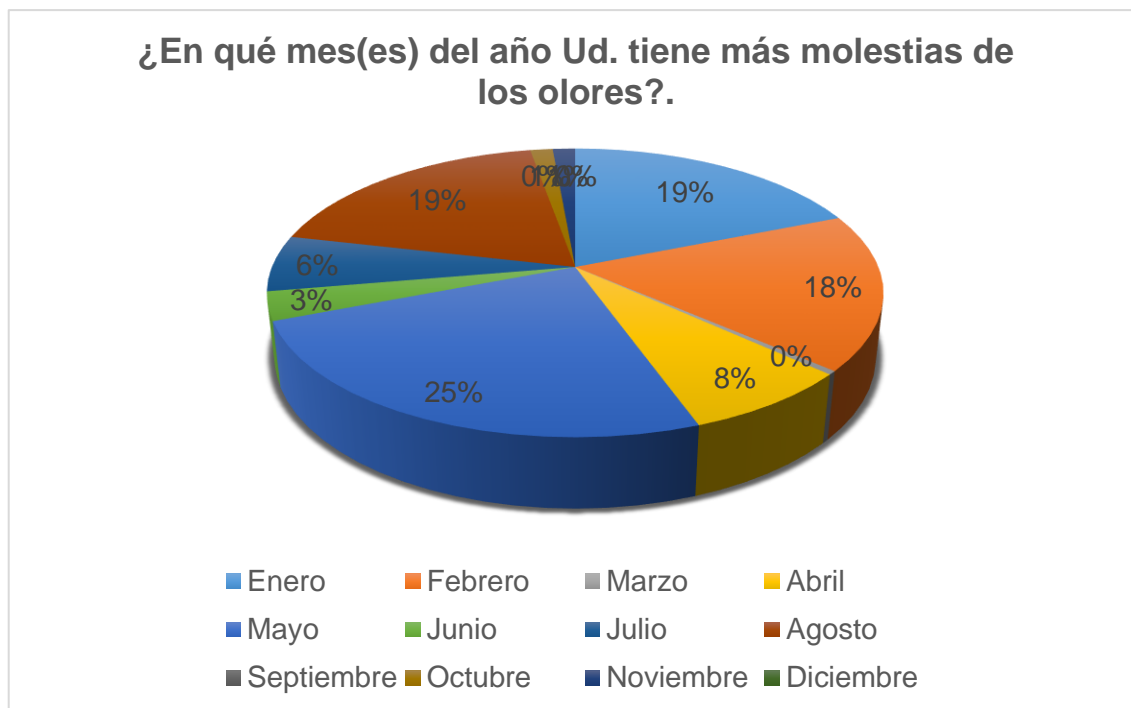


**Figura N° 17:** Esta situación que efectos le provoca

**Tabla N° 17:** ¿En qué mes(es) del año Ud. tiene más molestias de los olores?

¿En qué mes(es) del año Ud. tiene más molestias de los olores?	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Enero	54	18.9	18.9	18.9
Febrero	50	17.5	17.5	36.5
Marzo	1	0.4	0.4	36.8
Abril	22	7.7	7.7	44.6
Mayo	70	24.6	24.6	69.1
Junio	9	3.2	3.2	72.3
Julio	18	6.3	6.3	78.6
Agosto	53	18.6	18.6	97.2
Septiembre	0	0	0	0
Octubre	4	1.4	1.4	98.6
Noviembre	4	1.4	1.4	100
Diciembre	0	0	0	100
Total	285	100	100	

De los 285 encuestados de los puntos PC\_01, PC\_02, PC\_03, PC\_04, PC\_05 obtenidas en la (Tabla N° 17) el 25% de la población encuestada. indican que el mes que más molestias produce los olores de la laguna de oxidación Puno es mayo, 19% enero, 19% agosto, 18% febrero, 8% abril, 6% julio, 3% junio, 1% octubre 1% noviembre, 1% marzo, 0% setiembre, 0% diciembre, por consiguiente estiman que el grado de molestia por mes. (Figura N° 18).



**Figura N° 18:** En qué mes(es) del año Ud. tiene más molestias de los olores.

**5.3. EL IMPACTO ESTIMADO DE LAS EMISIONES DE MALOS OLORES ES ALTA DEBIDO A LA CERCANÍA DE LA LAGUNA DE OXIDACIÓN PUNO, JULIO - AGOSTO 2015**

**Tabla N° 18:** Primera evaluación del sulfuro de hidrogeno (H2S) – Julio 2015

SULFURO DE HIDROGENO (H2S) 01 - JULIO 2015				
GRADO DE MOLESTIA	DESCRIPCION DEL AREA	AREA_HA	PORCENTAJE	VALORES MAX 150 (UG/M3)
INSOPORTABLE	A_1	8.11	2.3%	67
MUY FUERTE	A_2	9.27	2.6%	55
FUERTE	A_3	7.45	2.1%	42
MODERADA	A_4	13.57	3.8%	30
LIGERA	A_5	179.42	50.3%	18
NINGUNA	A_6	138.54	38.9%	5
<b>TOTAL</b>		<b>356.38</b>	<b>100%</b>	

De acuerdo a la tabla N° 18 se muestra que en el A1 el grado de molestia es insoportable con un área de 8.11 (ha). Que equivale al 2.3% del área de trabajo, A2 el grado de molestia es muy fuerte con un área de 9.27 (ha). Que equivale al 2.6% del área de trabajo, A3 el grado de molestia es fuerte con un área de 7.45 (ha). Que equivale al 2.1% del área de trabajo. A4 el grado de molestia es moderada con un área de 13.57 (ha). Que equivale al 3.8% del área de trabajo, A5 el grado de molestia es ligera con un área de 179.42 (ha). Que equivale al 50.3% del área de trabajo, A6 el grado de molestia es ninguna con un área de 138.54 (ha). Que equivale al 38.9% del área de trabajo. (Anexo 9).

**Tabla N° 19:** Primera evaluación del sulfuro de hidrogeno (H<sub>2</sub>S) – Agosto 2015

SULFURO DE HIDROGENO (H <sub>2</sub> S) 02 - AGOSTO 2015				
GRADO DE MOLESTIA	DESCRIPCION DEL AREA	AREA_HA	PORCENTAJE	VALORES MAX 150 (UG/M3)
INSOPORTABLE	A_1	12.11	3.4%	67
MUY FUERTE	A_2	7.37	2.1%	55
FUERTE	A_3	13.02	3.7%	42
MODERADA	A_4	122.92	34.5%	30
LIGERA	A_5	59.07	16.6%	18
NINGUNA	A_6	141.91	39.8%	5
<b>TOTAL</b>		<b>356.41</b>	<b>100.0%</b>	



De acuerdo a la tabla N° 19 se muestra que en el A1 el grado de molestia es insoportable con un área de 12.11 (ha). Que equivale al 3.4% del área de trabajo, A2 el grado de molestia es muy fuerte con un área de 7.37 (ha). Que equivale al 2.1% del área de trabajo, A3 el grado de molestia es fuerte con un área de 13.02 (ha). Que equivale al 3.7% del área de trabajo. A4 el grado de molestia es moderada con un área de 122.92 (ha). Que equivale al 34.5% del área de trabajo, A5 el grado de molestia es ligera con un área de 59.07 (ha). Que equivale al 16.6% del área de trabajo, A6 el grado de molestia es ninguna con un área de 141.91 (ha). Que equivale al 38.9% del área de trabajo. Los cuales se muestran e los mapas (Anexo 10).

**Tabla N° 20:** Primera evaluación del dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>) – Julio 2015

DIOXIDO DE AZUFRE (SO <sub>2</sub> ) 01 - JULIO 2015				
GRADO DE MOLESTIA	DESCRIPCION DEL AREA	AREA_HA	PORCENTAJE	VALORES MAX 150 (UG/M3)
INSOPORTABLE	A_1	11.20	3.1%	67
MUY FUERTE	A_2	6.48	1.8%	54
FUERTE	A_3	10.20	2.9%	42
MODERADA	A_4	24.53	6.9%	29
LIGERA	A_5	184.03	51.6%	17
NINGUNA	A_6	119.94	33.7%	4
<b>TOTAL</b>		<b>356.38</b>	<b>100.0%</b>	

De acuerdo a la tabla N° 20 se muestra que en el A1 el grado de molestia es insoportable con un área de 11.20 (ha). Que equivale al 3.1% del área de trabajo, A2 el grado de molestia es muy fuerte con un área de 6.48 (ha). Que equivale al

1.8% del área de trabajo, A3 el grado de molestia es fuerte con un área de 10.20 (ha). Que equivale al 2.9% del área de trabajo. A4 el grado de molestia es moderada con un área de 24.53 (ha). Que equivale al 6.9 % del área de trabajo, A5 el grado de molestia es ligera con un área de 184.03 (ha). Que equivale al 51.6% del área de trabajo, A6 el grado de molestia es ninguna con un área de 119.94 (ha). Que equivale al 33.7% del área de trabajo. (Anexo 9).

**Tabla N° 21:** Primera evaluación del dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>) – Agosto 2015.

DIOXIDO DE AZUFRE (SO <sub>2</sub> ) 02 - AGOSTO 2015				
GRADO DE MOLESTIA	DESCRIPCION DEL AREA	AREA_HA	PORCENTAJE	VALORES MAX 150 (UG/M3)
INSOPORTABLE	A_1	2.36	0.8%	67
MUY FUERTE	A_2	23.80	8.3%	54
FUERTE	A_3	35.72	12.5%	42
MODERADA	A_4	39.66	13.9%	29
LIGERA	A_5	80.73	28.2%	17
NINGUNA	A_6	103.97	36.3%	4
<b>TOTAL</b>		<b>286.23</b>	<b>100.0%</b>	

De acuerdo a la tabla N° 21 se muestra que en el A1 el grado de molestia es insoportable con un área de 2.36 (ha). Que equivale al 0.8% del área de trabajo, A2 el grado de molestia es muy fuerte con un área de 23.80 (ha). Que equivale al 8.3% del área de trabajo, A3 el grado de molestia es fuerte con un área de 35.72 (ha). Que equivale al 12.5% del área de trabajo. A4 el grado de molestia es moderada con un área de 39.66 (ha). Que equivale al 13.9 % del área de trabajo, A5 el grado de molestia es ligera con un área de 80.73 (ha). Que equivale al 28.2% del área de trabajo, A6 el grado de molestia es ninguna con un área de 103.97 (ha). Que equivale al 36.3% del área de trabajo. (Anexo 10).

## CONCLUSIONES

Según el estudio realizado de monitoreo en la concentración de gases en la ciudad de Puno, se llegó a las siguientes conclusiones:

Las concentración del área afectada por la emisión de gases por la laguna de oxidación Puno del mes de julio tiene como promedio SO<sub>2</sub> 14.72 ug/m<sup>3</sup>, H<sub>2</sub>S 21.97 ug/m<sup>3</sup> de concentración total, donde Barrio Chanu Chanu presenta SO<sub>2</sub> 16.01ug/m<sup>3</sup>, H<sub>2</sub>S 29.72 ug/m<sup>3</sup>, Urb. Cerro Colorado presenta SO<sub>2</sub> 17.09 ug/m<sup>3</sup>, H<sub>2</sub>S 34.83 ug/m<sup>3</sup>, Barrio Santiago Chejoña presenta SO<sub>2</sub> 15.39 ug/m<sup>3</sup>, H<sub>2</sub>S 20.84 ug/m<sup>3</sup>, Barrio Huayna Pucara presenta SO<sub>2</sub> 14.32 ug/m<sup>3</sup>, H<sub>2</sub>S 20.07 ug/m<sup>3</sup>, Centro Poblado de Salcedo presenta SO<sub>2</sub> 15.62 ug/m<sup>3</sup>, H<sub>2</sub>S 20.61 ug/m<sup>3</sup>, Barrio Huascar presenta debido a la cantidad de vehículos existentes SO<sub>2</sub> 9.90 ug/m<sup>3</sup>, H<sub>2</sub>S 5.73 ug/m<sup>3</sup>, que no superan las ECAS permisibles.

Las concentración del área afectada por la emisión de gases por la laguna de oxidación Puno del mes de agosto tiene como promedio SO<sub>2</sub> 15.29 ug/m<sup>3</sup>, H<sub>2</sub>S 26.91 ug/m<sup>3</sup> Barrio Chanu Chanu presenta SO<sub>2</sub> 16.01ug/m<sup>3</sup>, H<sub>2</sub>S 29.72 ug/m<sup>3</sup> Urb. Cerro Colorado presenta SO<sub>2</sub> 17.09 ug/m<sup>3</sup>, H<sub>2</sub>S 34.83 ug/m<sup>3</sup>, Barrio Santiago Chejoña presenta SO<sub>2</sub> 15.39 ug/m<sup>3</sup>, H<sub>2</sub>S 20.84 ug/m<sup>3</sup>, Barrio Huayna Pucara presenta SO<sub>2</sub> 14.32 ug/m<sup>3</sup>, H<sub>2</sub>S 20.07 ug/m<sup>3</sup>, Centro Poblado de Salcedo presenta SO<sub>2</sub> 15.62 ug/m<sup>3</sup>, H<sub>2</sub>S 20.61 ug/m<sup>3</sup>, Barrio Huascar presenta debido a la cantidad de vehículos existentes SO<sub>2</sub> 9.90 ug/m<sup>3</sup>, H<sub>2</sub>S 5.73 ug/m<sup>3</sup>, que son inferiores a las ECAS permisibles, los resultados obtenidos del tren de muestreo (anexo 2).

El impacto social en los puntos encuestados del grado de molestia de los 285 encuestados de los puntos PC\_01, PC\_02, PC\_03, PC\_04, PC\_05 obtenidas en la (Tabla N° 13) el 32% de la población encuestada. Evalúa el grado de molestia producida por la laguna de oxidación por las mañanas fuerte, 27% ligera, 14% muy fuerte, 13% moderada, 7% ninguna, 5% insoportable, 2% muy ligera, por consiguiente estiman que el grado de molestia de los olores producidas por la laguna de oxidación se muestran.

Estimar el impacto del área afectado de la concentración de la emisión de gases que se muestra en las áreas: A1 el grado de molestia es insoportable con un área de 8.11 (ha), 67 ug/m<sup>3</sup>, que equivale al 2.3%, del área de trabajo, A2 el grado de molestia es muy fuerte con un área de 9.27 (ha), 55 ug/m<sup>3</sup>, que equivale al 2.6% del área de trabajo, A3 el grado de molestia es fuerte con un área de 7.45 (ha), 42 ug/m<sup>3</sup>, que equivale al 2.1% del área de trabajo. A4 el grado de molestia es moderada con un área de 13.57 (ha), 30 ug/m<sup>3</sup>, que equivale al 3.8% del área de trabajo, A5 el grado de molestia es ligera con un área de 179.42 (ha), 18 ug/m<sup>3</sup>, que equivale al 50.3% del área de trabajo, A6 el grado de molestia es ninguna con un área de 138.54 (ha), 5 ug/m<sup>3</sup>, que equivale al 38.9% del área de trabajo.

## RECOMENDACIONES

Según los resultados obtenidos se recomienda que la presente investigación de concentración de malos olores emitida por la laguna de oxidación de la ciudad de Puno sirva como línea de base para los posteriores proyectos ambientales.

Se recomienda realizar estudios de caracterización de malos olores en la ciudad de Puno, ya que el ECA recomienda que el dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>) se evalúe 7 veces al año, el sulfuro de hidrogeno (H<sub>2</sub>S) media aritmética, para determinar su grado de contaminación.

Realizar modelación de los gases concentrados por malos olores de la ciudad de Puno, haciendo monitoreos constantes en épocas de lluvia y sequias con sus respectivos parámetros meteorológicos.

Conformar un grupo de estudios técnico ambiental – gesta aire, conformado por ministerios del ambiente, dirección general de la salud ambiental, ministerio de salud, municipalidad provincial de Puno, organizaciones no gubernamentales, organizaciones sociales de base, comunidad universitaria, sector empresarial privado por cada actividad económica, ministerio de educación, servicio nacional de meteorología e hidrología (SENAMHI).

## BIBLIOGRAFÍA

- Avila, G. (1996). Difusión des Pollutans Atmospheriques Dans Une Zone a Topographie Complexe. Validation dun Modele a Laide Mesures DAIRPARIF. Francia: Tesis doctoral, Universidad Paris.
- Bedoya, J. Y. (2009). calidad de aire en el valle de aburra antoquia. colombia .
- Britton. (1988). Estado, Sociedad y Gestión de los Desastres en América Latina. Obtenido de <https://www.google.com.pe/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=7&cad=rja&uact.>
- Carlos, M. G. (2012). Calidad De Aire De La Ciudad De Manizales, Univervercidad Nacional De Colombia Sede Manizales Facultad De Ingenieria Y Arquitectura, Departamento De Ingenieria Quimica Manizales. Colombia.
- Carolina, D. Y. (2008). Tesis "Análisis Comparativo De La Contración De Carbono Organico, Carbono Elemental, Contenido En El Material Particulado Menor A 10 Micrometros (Pm10) Entre Las Areas Metropolitanas De Cali Y Valle De Aburra, El Distrito De Barranquilla. Bogota-Colombia : Univercidad De La Salle Faculatad De Ingenieria Ambiental Y Sanitaria.
- Comercio. (2014). Contaminación En El Lago Titicaca Se Agrava Desde Hace 22 Años. Lima: <https://elcomercio.pe/peru/Puno/contaminacion-lago-titicaca-agrava-22-anos-313695>.
- Contreras. (1999). Apuntes Para La Materia De Climatologia Coordinacion Para La Innivacion Y Aplicacion En La Ciencia Tecnologia. Mexico: Universidad Autonoma De San Luis Potosi.
- DIGESA), (. G. (2007). Protocolo De Monitoreo De Calidad De Aire Y Gestion De Los Datos. Lima - Peru.
- Gallegos, M. (2010). Inventario De Emisiones De Particulas Y Modelado De Su Transporte A Partir De Fuentes De Area De Una Insdustria Minera, Tesis

Para Optener El Grado De Maestro En Ciencias Ambientales. Mexico:  
Univercidad Autonoma De San Luis Potosi.

Garcia R., P. H. (2006). Chemical Compotion Of Rainwater Colleted At A  
Southwest Site Of Mexico City. Mexico.

Garranza, N. (2001). Medio Ambiente Problemas Soluciones. Lima, Perú:  
Universidad Nacional del Callao.

Generalitat, V. (2008). Guía técnica para la gestión de las emisiones odoríferas  
generadas por las explotaciones ganaderas intensivas Valencia. España.

Gunter, D. (2003). Formaciones Nubosas Y Otros Fenomenos Meteorologicos,  
Situaciones Meteorologicas Genrales. España- Barcelona: Ediciones  
Omega.

Herbert, T. S. (2014). Deterninacion De Las Particulas Pm10 En La Ciudad De  
Puno. Puno: Univercidad Nacional Del Altiplano.

IGN, I. G. (2011). Norma Tecnica Especifica Tecnicas Para La Produccion De  
Cartografia Basica Peru 87p.

INEI, I. N. (2014). Compendio Analitico Tomo I. Lima - Peru.

MAVDT, M. D. (2010). Protocolo Para El Monitoreo Y Seguimiento De La Calidad  
Del Aire. Colombia: Manual De Diseño De Sistemas De Vigilancia De La  
Calidad De Aire.

OMS), Organización Mundial de la Salud. (2005). Evaluación de los efectos de  
la contaminación del aire en la Salud en América Latina. Caribe,  
Washington.

ONU), Organización de Naciones Unidas. (2012). Estimaciones y proyecciones  
de población total, por años calendario y edades simples, 1930-2050.

Republica, L. (2016). Los Malos Olores Del Lago Titicaca Afectan A Más De Dos  
Mil Familias. Lima: <http://larepublica.pe/sociedad/938134-los-malos-olores-del-lago-titicaca-afectan-a-mas-de-dos-mil-familias>.

Romero, K. (2008). Evaluacion De La Comtaminacion Del Aire - Enfermedades  
Respiratorios Aguda En Niños Menores De Catorce Años. Bogota: Salle.

- Saldarriaga, G. (2004). Informe Anual Sobre El Estado Del Medio Ambiente Y Los Recursos Naturales Reovables En Colombia. Colombia: IDEAM.
- Solarte, I. C. (1999). Contaminación Atmosférica y Enfermedad Respiratoria en Niños Menores de 14 años. Bogotá, Colombia: Pontificia Universidad Javeriana.
- Velásquez, L. (2011). Riesgos y Peligro: una Visión Semántica. Obtenido de Prevención y Control de Riesgos Industriales: <http://prevencionycontrolderiesgos.blogspot.pe/2011/03/riesgos-y-peligro-una-vision-semantica.html>.
- Wark, W. y. (1990). Contaminación al aire Origen y Control. Lima - Perú: Limusa.



## ANEXOS.

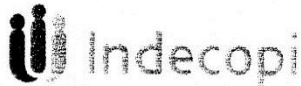
1. Certificado de calibración del tren de muestreo
2. Informe de ensayo de laboratorio ECOSOUTH medio ambiente ingeniería y geomática S.R.L. informe de ensayo número: 24348/2015.
3. Cadena de custodia de monitoreo de calidad de aire.
4. Modelo de encuesta
5. Datos meteorológicos
6. Panel fotográfico
7. Cuadro de abreviaturas
8. Mapa de ubicación de las estaciones de monitoreo de concentración de gases.
9. Mapa de emisión de gases de sulfuro de hidrogeno (H<sub>2</sub>S), dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>) Julio, 2015.
10. Mapa de emisión de gases de dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>), sulfuro de hidrogeno (H<sub>2</sub>S) Agosto, 2015.

ANEXO 1

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN DEL TREN DE MUESTREO



"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"  
 "Año de la Promoción de la Industria Responsable y del Compromiso Climático"



Certificado de Calibración



LFG - 009 - 2014

Servicio Nacional de Metrología

Laboratorio de Flujo de Gases

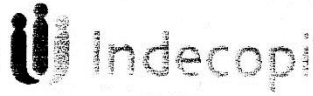
Página 1 de 4

Expediente	76066	<p>Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI)</p> <p>El SNM custodia, conserva y mantiene los patrones nacionales de las unidades de medida, calibra patrones secundarios, realiza mediciones y certificaciones metrológicas a solicitud de los interesados, promueve el desarrollo de la Metrología en el país y contribuye a la difusión del Sistema Legal de Unidades de medida del Perú. (SLUMP).</p> <p>El SNM es miembro del Sistema Interamericano de Metrología (SIM) y participa activamente en las Inter comparaciones que éste realiza en la región.</p> <p>Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones el usuario está obligado a recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados.</p>
Solicitante	ECOSOUTH MEDIO AMBIENTE INGENIERIA Y GEOMATICA S.R.L.	
Dirección	Jr. Precursores N° 155 Barrio Manto Norte - Puno	
Instrumento de Medición	MEDIDOR DE CAUDAL	
Tipo	ROTAMETRO	
Alcance de Indicación	100 cm <sup>3</sup> /min a 1000 cm <sup>3</sup> /min	
División de Escala	50 cm <sup>3</sup> /min	
Temp. de Referencia	NO INDICA	
Marca	Dwyer	
Modelo	NO INDICA	
Procedencia	U.S.A.	
Número de Serie	T44X	
Fecha de Calibración	2014-05-27	

Este certificado de calibración sólo puede ser difundido completamente y sin modificaciones. Los extractos o modificaciones requieren la autorización del Servicio Nacional de Metrología. Certificados sin firma y sello carecen de validez.

Fecha	Sub Jefe del Servicio Nacional de Metrología	Responsable del laboratorio
2014-05-27	 HENRY POSTIGO LINARES	 CARLOS OCHOA QUIQUIA

Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual – Indecopi  
 Servicio Nacional de Metrología  
 Calle De La Prosa 104, San Borja Lima – Perú / Telf.: 2247800 Anexo 1331 ; Fax: Anexo 1264  
 email: metrologia@indecopi.gob.pe  
 WEB: www.indecopi.gob.pe



Servicio  
Nacional de Metrología

Laboratorio de Flujo de Gases

## Certificado de Calibración

LFG - 009 - 2014

Página 2 de 4

### Método de Calibración

Determinación de la desviación del medidor de caudal por el método de comparación con un flujómetro de pistón sellado con mercurio, tomando como referencia la Norma ISO 6145-1:2003 "Gas analysis-Preparation of calibration gas mixtures using dynamic volumetric methods-Part 1: Methods of calibration"

### Lugar de Calibración

Laboratorio de Flujo de Gases  
Calle de la Prosa 104, San Borja - Lima

### Condiciones Ambientales

Temperatura ambiental: 23 °C Temperatura del fluido (aire): 23 °C

### Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Informe de Calibración
Patrones de referencia del SNM (Pesas patrones clase E1); Fórmula de Kell; Cronómetro patrón del SNM	Flujómetro Patrón (LFG 03 001) con incertidumbre de 0,12 %	INDECOPÍ-SNM/LVD-036-2014 del 2014-05-22

### Observaciones

El instrumento ha sido calibrado con flujo de aire.  
El error máximo permisible según las especificaciones del fabricante es  $\pm 4\%$  de la lectura de escala completa.  
Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva de color verde INDECOPÍ-SNM.


 Indecopi

## Certificado de Calibración

### LFG - 009 - 2014



Servicio  
Nacional de Metrología

Laboratorio de Flujo de Gases

Página 3 de 4

#### Resultados de medición

FLUJO OBTENIDO CON EL PATRON ( cm <sup>3</sup> /min )	INDICACION DEL ROTAMETRO ( cm <sup>3</sup> /min )	CORRECCION ( cm <sup>3</sup> /min )	INCERTIDUMBRE ( cm <sup>3</sup> /min )
158	200	-42	12
374	400	-26	13
1 002	1 000	2	19

Presión absoluta en la entrada: 1 bar

Se tomó como referencia el diámetro mayor del flotador.

La lectura debe realizarse de manera perpendicular a la escala, estando ésta en posición vertical.



Servicio  
Nacional de Metrología

Laboratorio de Flujo de Gases

## Certificado de Calibración

LFG - 009 - 2014

Página 4 de 4

### Incertidumbre

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura  $k=2$ . La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la Incertidumbre en la Medición", segunda edición, julio del 2001 (Traducción al castellano efectuada por Indecopi, con autorización de ISO, de la GUM, "Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement", corrected and reprinted in 1995, equivalente a la publicación del BIPM JCGM:100 2008, GUM 1995 with minor corrections "Evaluation of Measurement Data - Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement").

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

### Recalibración

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

### SERVICIO NACIONAL DE METROLOGIA - SNM

El Servicio Nacional de Metrología (SNM), creado mediante Ley N° 23560 del 83-01-06, es un órgano de línea del INSTITUTO NACIONAL DE DEFENSA DE LA COMPETENCIA Y DE LA PROTECCION DE LA PROPIEDAD INTELECTUAL - INDECOPI (D.L. N° 1033 - LOF del INDECOPI).

El SNM cuenta con Laboratorios Metrológicos debidamente acondicionados, instrumentos de medición de alta exactitud y personal calificado. Cuenta con un Sistema de Gestión de la Calidad basado en las Normas ISO 9001, ISO Guía 34 e ISO/IEC 17025 con lo cual se constituye en una entidad capaz de brindar un servicio integral, confiable y eficaz de aseguramiento metrológico para la industria, la ciencia y el comercio.

El SNM cuenta con la cooperación técnica de organismos metrológicos internacionales de alto prestigio tales como: el Physikalisch-Technische Bundesanstalt (PTB) de Alemania; el Centro Nacional de Metrología (CENAM) de México; el National Institute of Standards and Technology (NIST) de USA; el Centro Español de Metrología (CEM) de España; el Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI) de Argentina; el Instituto Nacional de Metrología (INMETRO) de Brasil; entre otros.

### SISTEMA INTERAMERICANO DE METROLOGIA- SIM

El Sistema Interamericano de Metrología (SIM) es una organización regional auspiciado por la Organización de Estados Americanos (OEA), cuya finalidad es promover y fomentar el desarrollo de la metrología en los países americanos. El Servicio Nacional de Metrología -Indecopi es miembro del SIM a través de la subregión ANDIMET (Bolivia, Colombia, Ecuador, Perú y Venezuela) y participa activamente en las Inter comparaciones realizadas por el SIM.

**ANEXO 2**

**INFORME DE ENSAYO DE LABORATORIO ECOSOUTH MEDIO AMBIENTE  
INGENIERÍA Y GEOMÁTICA S.R.L. INFORME DE ENSAYO NÚMERO:  
24348/2015 Y 25725/2015.**

**INFORME DE ENSAYO: 24348/2015**

**ECOSOUTH Medio Ambiente Ingenieria y Geomatica S.R.L.**

Jr. Precusores Nro. 155 Puno Puno

**Tesis - Monitoreo de Calidad de Aire**

Emitido por: Roberto Gutierrez Paredes

Impreso el 06/08/2015



Lie. Roberto Gutierrez Paredes CQP: B71 Jefe de Laboratorio-Sede Arequipa

"Este documento al ser emitido sin el símbolo de acreditación, no se encuentra dentro del marco de la acreditación otorgada por INACAL - DA."

INFORME DE ENSAYO: 24348/2015

RESULTADOS ANALITICOS

Muestras del ítem: 1

N° ALS - CORPLAB				286554/2015-1.0	286558/2015-1.0	286561/2015-1.0
Fecha de Muestreo	Ref.	Unidad	LD	19/07/2015	20/07/2015	21/07/2015
de Muestreo	Met.			07:15:00	07:45:00	08:40:00
Muestra Identificación				Calidad de Aire	Calidad de Aire	Calidad de Aire
Parámetro				PC-01	PC-02	PC-03
003 ANALISIS GASES CON SOLUCIONES ABSORBEDORAS FISICOQUIMICOS						
Dioxido de Azufre (24h)*	11438	ug SO2/mstra	3,951	4.611	4.922	4.432
Sulfuro de hidrogeno (24h)*	11340	ug H2S/mtra	0,683	8.56	10.03	6.001
N° ALS - CORPLAB				286567/2015-1.0	286577/2015-1.0	286579/2015-1.0
Fecha de Muestreo				22/07/2015	24/07/2015	25/07/2015
Hora de Muestreo				09:23:00	09:50:00	08:10:00
Tipo de Muestra	Ref.	Unidad	LD	Calidad de Aire	Calidad de Aire	Calidad de Aire
Identificación	Met.			PC-04	PC-05	PC-06
Parámetro						
003 ANALISIS GASES CON SOLUCIONES ABSORBEDORAS FISICOQUIMICOS						
Dioxido de Azufre (24h)*	11438	ug SO2/mstra	3,951	4.125	4.500	2.850
Sulfuro de hidrogeno (24h)*	11340	ug H2S/mtra	0,683	5.781	5.937	1.649

Observaciones

(\*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL – DA

CONTROLES DE CALIDAD

Control Estándar

Parámetro	% Recuperación	Límites de Recuperación (%)	Fecha de Análisis
Dioxido de Azufre (24h)	92,1	85-115	01/08/2015
Dioxido de Azufre (24h)	92,4	85-115	01/08/2015

La fecha de análisis de los controles de calidad corresponde a la fecha de inicio de análisis de las muestras.  
LD = Límite de detección

DESCRIPCION Y UBICACION GEOGRAFICA DE LAS ESTACIONES DE MONITOREO

Estación de Muestreo	Resp. del Muestreo	Tipo de Muestra	Fecha de Recepción	Fecha de Muestreo	Ubicación Geográfica UTM WGS84	Condición de la muestra	Descripción de la Estación de Muestreo
PC-01	Cliente	Calidad de Aire	31/07/2015	19/07/2015	8246832N 392070E	Proporcionado por el cliente	Reservado por el cliente
PC-02	Cliente	Calidad de Aire	31/07/2015	20/07/2015	8247169N 391673E	Proporcionado por el cliente	Reservado por el cliente
PC-03	Cliente	Calidad de Aire	31/07/2015	21/07/2015	8246307N 392677E	Proporcionado por el cliente	Reservado por el cliente
PC-04	Cliente	Calidad de Aire	31/07/2015	22/07/2015	8246017N 391587E	Proporcionado por el cliente	Reservado por el cliente
PC-05	Cliente	Calidad de Aire	31/07/2015	24/07/2015	8245375N 393259E	Proporcionado por el cliente	Reservado por el cliente
PC-06	Cliente	Calidad de Aire	31/07/2015	25/07/2015	8249758N 389668E	Proporcionado por el cliente	Reservado por el cliente

## INFORME DE ENSAYO: 24348/2015

### REFERENCIA DE LOS METODOS DE ENSAYO

(\*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL - DA

Ref.	Sede	Parámetro	Método de Referenda	Descripción
11438	AQP	Dioxido de Azufre (24h)*	EPA CFR 40 Part 50 App. A 2010	Reference Method for the Determination of Sulfur Dioxide in the Atmosphere (Pararosaniline Method)
11340	AQP	Sulfuro de Hidrogeno (24h)*	CORPLAB-CA-005 (Validado) 2015	Determinación de Sulfuro de Hidrogeno (H2S) contenido en la atmosfera

### REFERENCIA DE LOS METODOS DE MUESTREO

Tipo de Muestra	Procedimiento de Muestreo	Descripción
Agua	POS N° 034	Procedimiento de Muestreo, Conservación y Transporte de Agua

### COMENTARIOS

**LIM:** Calle Russel 193 - Surquillo - Lima.

**AQP:** Av. Dolores 167 - Jose Luis

Bustamante y Rivero - Arequipa. **LME:**

Av. Argentina 1859 - Cercado - Lima.

**MLV:** Laboratorio Ambiental de ALS Corplab ubicado dentro del campamento Malvinas -

La Convención - Cuzco. **"EPA":** U.S. Environmental Protection Agency.

**"SM":** Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. **"ASTM":**

American Society for Testing and Materials.

El presente documento es redactado íntegramente en ALS Corplab, su alteración o su uso indebido constituye delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones civiles y penales de la materia, queda prohibida la reproducción parcial del presente informe, salvo autorización escrita de ALS Corplab; solo es válido para las muestras referidas en el presente informe.

El lote de muestras que incluye el presente informe será descartado a los 30 días calendario de haber ingresado la muestra al laboratorio. El periodo de custodia de la muestra dirimente se establecerá en función al mantenimiento de las características evaluadas inicialmente en el producto así como su perecibilidad. Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.



INFORME DE ENSAYO: 25725/2015

ECOSOUTH Medio Ambiente Ingeniería y Geomatica S.R.L.

Jr. Precursores Nro. 155 Puno Puno

Tesis - Monitoreo de Calidad de Aire

Emitido por: Roberto Gutierrez Paredes

Impreso el 14/09/2015



Lie. Roberto Gutierrez Paredes CQP: B71 Jefe cfe Laboratorio-Sede Arequipa

“Este documento al ser emitido sin el símbolo de acreditación, no se encuentra dentro del marco de la acreditación otorgada por INACAL – DA”

INFORME DE ENSAYO: 25725/2015

RESULTADOS ANALITICOS

Muestras del ítem: 1

N° ALS - CORPLAB				293923/2015-1.0	293928/2015-1.0	293925/2015-1.0
Fecha de Muestreo	Ref.	Unidad	LD	25/08/2015	26/08/2015	27/08/2015
de Muestreo	Met.			06:24:00	07:15:00	07:39:00
Tipo de Muestra				Calidad de Aire	Calidad de Aire	Calidad de Aire
Identificación				PC-01	PC-02	PC-03
Parámetro						

003 ANALISIS GASES CON SOLUCIONES ABSORBEDORAS FISICOQUIMICOS						
Dioxido de Azufre (24h)*	11438	ug SO2/mstra	3,951	4.972	4.834	4.635
Sulfuro de hidrogeno (24h)*	11340	ug H2S/mtra	0,683	10.08	11.34	7.609

N° ALS - CORPLAB				293926/2015-1.0	293924/2015-1.0	293927/2015-1.0
Fecha de Muestreo				28/08/2015	29/08/2015	30/07/2015
Hora de Muestreo				08:45:00	09:15:00	10:36:00
Tipo de Muestra	Ref.	Unidad	LD	Calidad de Aire	Calidad de Aire	Calidad de Aire
Identificación	Met.			PC-04	PC-05	PC-06
Parámetro						

003 ANALISIS GASES CON SOLUCIONES ABSORBEDORAS FISICOQUIMICOS						
Dioxido de Azufre (24h)*	11438	ug SO2/mstra	3,951	4.744	4.382	2.850
Sulfuro de hidrogeno (24h)*	11340	ug H2S/mtra	0,683	8.112	7.722	1.630

Observaciones

(\*) Los metodos indicados no han sido acreditados por el INACAL – DA

CONTROLES DE CALIDAD

Control Estándar

Parámetro	% Recuperación	Límites de Recuperación (%)	Fecha de Análisis
Dioxido de Azufre (24h)	92,1	85-115	01/09/2015
Dioxido de Azufre (24h)	92,4	85-115	01/09/2015

La fecha de análisis de los controles de calidad corresponde a la fecha de inicio de análisis de las muestras.  
LD = Límite de detección

DESCRIPCION Y UBICACION GEOGRAFICA DE LAS ESTACIONES DE MONITOREO

Estación de Muestreo	Resp. del Muestreo	Tipo de Muestra	Fecha de Recepción	Fecha de Muestreo	Ubicación Geográfica UTM WGS84	Condición de la muestra	Descripción de la Estación de Muestreo
PC-01	Cliente	Calidad de Aire	01/09/2015	25/08/2015	8246832N 392070E	Proporcionado por el cliente	Reservado por el cliente
PC-02	Cliente	Calidad de Aire	01/09/2015	26/08/2015	8247169N 391673E	Proporcionado por el cliente	Reservado por el cliente
PC-03	Cliente	Calidad de Aire	01/09/2015	27/08/2015	8246307N 392677E	Proporcionado por el cliente	Reservado por el cliente
PC-04	Cliente	Calidad de Aire	01/09/2015	28/08/2015	8246017N 391587E	Proporcionado por el cliente	Reservado por el cliente
PC-05	Cliente	Calidad de Aire	01/09/2015	29/08/2015	8245375N 393259E	Proporcionado por el cliente	Reservado por el cliente
PC-06	Cliente	Calidad de Aire	01/09/2015	30/08/2015	8249758N 389668E	Proporcionado por el cliente	Reservado por el cliente

## INFORME DE ENSAYO: 25725/2015

### REFERENCIA DE LOS METODOS DE ENSAYO

(\* Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL - DA

Ref.	Sede	Parámetro	Método de Referendo	Descripción
11438	AQP	Dioxido de Azufre (24h)*	EPA CFR 40 Part 50 App. A 2010	Reference Method for the Determination of Sulfur Dioxide in the Atmosphere (Pararosaniline Method)
11340	AQP	Sulfuro de Hidrogeno (24h)*	CORPLAB-CA-005 (Validado) 2015	Determinación de Sulfuro de Hidrogeno (H2S) contenido en la atmosfera

### REFERENCIA DE LOS METODOS DE MUESTREO

Tipo de Muestra	Procedimiento de Muestreo	Descripción
Liquida	POS N° 034	Procedimiento de Muestreo, Conservación y Transporte de Agua

### COMENTARIOS

**LIM:** Calle Russel 193 - Surquillo - Lima.

**AQP:** Av. Dolores 167 - Jose Luis

Bustamante y Rivero - Arequipa. **LME:**

Av. Argentina 1859 - Cercado - Lima.

**MLV:** Laboratorio Ambiental de ALS Corplab ubicado dentro del campamento Malvinas -

La Convención - Cuzco. **"EPA":** U.S. Environmental Protection Agency.

**"SM":** Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. **"ASTM":**

American Society for Testing and Materials.

El presente documento es redactado íntegramente en ALS Corplab, su alteración o su uso indebido constituye delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones civiles y penales de la materia, queda prohibida la reproducción parcial del presente informe, salvo autorización escrita de ALS Corplab; solo es válido para las muestras referidas en el presente informe.

El lote de muestras que incluye el presente informe será descartado a los 30 días calendario de haber ingresado la muestra al laboratorio. El periodo de custodia de la muestra dirimente se establecerá en función al mantenimiento de las características evaluadas inicialmente en el producto así como su perecibilidad. Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.



## ANEXO 4

## MODELO DE ENCUESTA

ENCUESTA SOBRE EL IMPACTO SOCIAL DE LAS EMISIONES DE MALOS  
OLORES DE LA LAGUNA DE OXIDACIÓN PUNO AGOSTO 2015

## INFORMACION GENERAL:

Nombre:

Sexo          Hombre           Mujer 

Zona o Punto: .....

Marque con "x" el recuadro:

1.- ¿Qué edad tiene? marque con "x" el recuadro.

- a. < 14
- b. 15 - 65
- c. > 65

2.- ¿Qué tiempo permanece entre los días de la semana? marque con "x" el recuadro.

- a. El fin de semana
- b. Toda la semana

3.- ¿Nivel de educación? marque con "x" el recuadro.

- a. primaria
- b. secundaria
- c. superior (no universitario)
- d. superior (universitario)

4.- ¿Considera que vive en una localidad problemática en materia de olores?  
marque con "x" el recuadro.

Olores	Si	No
--------	----	----

5.- ¿Como evalúa usted esta problemática en su localidad en la actualidad?  
elija la respuesta según su apreciación, marque con "x" el recuadro.

Grado de molestia	Olores
Ninguna	
Muy ligera	
Ligera	
Moderada	
Fuerte	
Muy fuerte	
Insoportable	

6.-con que frecuencia estima usted que percibe los olores cuando se encuentra en su casa. Marque con "x" el recuadro.

Percepción	Olores
Nunca	
1 vez al mes	
2-3 veces al mes	
1 vez por semana	
2-3 veces por semana	
Casi todos los día	

7.- ¿Como evaluaría usted su propio grado de molestia a los olores? marque con "x" el recuadro y especifique la hora.

Grado de molestia	Olores	Mañana			Tarde			Noche		
		Si	No	Hora	Si	No	Hora	Si	No	Hora
Ninguna										
Muy ligera										
Ligera										
Moderada										
Fuerte										
Muy fuerte										
Insoportable										

8.- ¿Esta situación que efectos le provoca? marque con "x" el recuadro con uno más efectos.

Efecto	Olores
Dificultad de entablar conversación o concentración	
Me impide dormir	
Me provoca dolor de cabeza	
Me produce irritación/ mal humor	
Me produce pérdida de apetito	
Me causa nauseas	
Me despierta por la noche	
Me irrita los ojos/nariz o garganta	

9.- ¿En qué mes(es) del año Ud. tiene más molestias de los olores?

E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D

**ANEXO 5**

**DATOS METEOROLÓGICOS**

**DATOS METEOROLÓGICOS DEL MES DE JULIO DE LA CIUDAD DE PUNO**

<b>DATOS METEOROLOGICOS DEL MES DE JULIO – 2015</b>					
<b>DIA/MES/AÑO</b>	<b>TEMP. MIN. (C°)</b>	<b>TEM. MAX. (C°)</b>	<b>PREC. DIARIA (mm)</b>	<b>V. DE VIENTO (m/s)</b>	<b>DIR. DEL VIENTO (°)</b>
19-Jul-15	4.60	16.55	0.00	4.90	179.40
20-Jul-15	4.50	14.60	0.00	5.00	214.90
21-Jul-15	3.70	15.25	0.00	5.40	165.80
23-Jul-15	7.00	13.45	0.00	4.70	168.20
24-Jul-15	5.90	13.33	0.00	4.30	159.60
26-Jul-15	3.20	14.85	1.10	4.60	178.60
<b>PROMEDIO</b>	<b>4.82</b>	<b>14.67</b>	<b>0.18</b>	<b>4.82</b>	<b>177.75</b>

FUENTE: SENAMHI- ESTADÍSTICA PUNO, 2015.

**DATOS METEOROLÓGICOS DEL MES DE JULIO DE LA CIUDAD DE PUNO**

<b>DATOS METEOROLOGICOS DEL MES DE AGOSTO – 2015</b>					
<b>DIA/MES/AÑO</b>	<b>TEMP. MIN. (C°)</b>	<b>TEM. MAX. (C°)</b>	<b>PREC. DIARIA (mm)</b>	<b>V. DE VIENTO (m/s)</b>	<b>DIR. DEL VIENTO (°)</b>
25-Ago-15	5.40	16.55	4.90	4.60	183.10
26-Ago-15	7.70	16.05	2.10	5.10	173.40
27-Ago-15	7.80	15.25	0.20	5.60	169.00
28-Ago-15	5.70	13.45	8.20	4.40	161.90
29-Ago-15	6.20	15.40	0.40	4.10	175.00
30-Ago-15	6.90	14.85	0.00	5.00	154.30
<b>PROMEDIO</b>	<b>6.62</b>	<b>15.26</b>	<b>2.63</b>	<b>4.80</b>	<b>169.45</b>

FUENTE: SENAMHI- ESTADÍSTICA PUNO,2015.



ANEXO 6

PANEL FOTOGRÁFICO

FOTO N° 1. Instalación del equipo  
Tren muestreo.



FOTO N° 2. Toma de coordenadas  
UTM WGS84.



FOTO N° 3. Lavado de manos con  
agua destilada.



FOTO N° 4. Calibrar el flujometro  
(2cc/min x 1000)



FOTO N° 5. Soluciones de muestreo  
(H<sub>2</sub>S, sulfuro de hidrogeno).



FOTO N° 6. Soluciones de muestreo  
(SO<sub>2</sub>, dióxido de azufre).



FOTO N° 7. Vaciar la solución de muestra (SO<sub>2</sub>, dióxido de azufre).



FOTO N° 8 Vaciar la solución de muestra (H<sub>2</sub>S, sulfuro de hidrogeno).



FOTO N° 9. Instalación de muestra (SO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>S,).



FOTO N° 10. Programando el equipo para su apagado de 24 horas.



FOTO N° 11. Recolectando las muestras para el laboratorio.



FOTO N° 12. Almacenado la muestra para envío al laboratorio.



FOTO N° 13. Encuesta realizada en el Barrio Chanu Chanu.



FOTO N° 14. Encuesta realizada en el Barrio Huascar.



FOTO N° 15. Encuesta realizada en el Centro Poblado Salcedo.



FOTO N° 16. Encuesta realizada en el Urb. Cerro Colorado.



FOTO N° 17. Encuesta realizada en el Barrio Huayna Pucara.



FOTO N° 18. Encuesta realizada en el Barrio Santiago Chejoña.



FOTO N° 19. Encuesta realizada en el Barrio Santiago Chejoña.



FOTO N° 20. Encuesta realizada en el Barrio Huayna Pucara.



FOTO N° 21. Encuesta realizada en el Barrio Huascar.



FOTO N° 22. Encuesta realizada en el Barrio Chanu Chanu.



FOTO N° 23. Encuesta realizada en el Centro Poblado Salcedo.

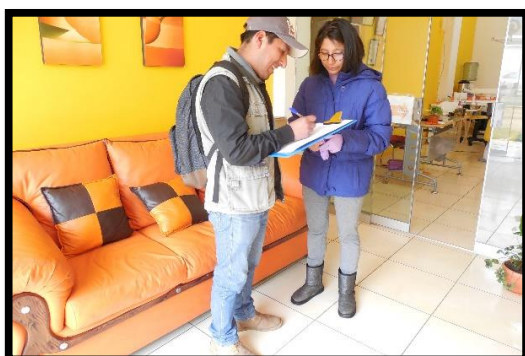


FOTO N° 24. Encuesta realizada en el Urb. Cerro Colorado.



## ANEXO 7

## CUADRO DE ABREVIATURAS

ABREVIATURAS	SIGNIFICADO
ECA	Estándares de Calidad Ambiental
DIGESA	Dirección General de Salud Ambiental
DS	Decreto Supremo
DCA	Diseño Completamente al Azar
CONAM	Consejo Nacional de Medio Ambiente
GMS	Grados Minutos Segundos
IGN	Instituto Geográfico Nacional
LMP	Límites Máximos Permisibles
mBa	Milibares
Minan	Ministerio Del Ambiente
OMS	Organización Mundial De La Salud
PCM	Presidente De Consejo De Ministros
S.A.C.	Sociedad Anónima Cerrada
SAG	Servicios Analíticos Generales
Ug/m <sup>3</sup>	Microgramos Por Metro Cubico
Um	Micrómetros
UTM	Universal Transversa De Mercator
WGS	World Geodesic System
Pc_01	Barrio Chanu Chanu
Pc_02	Urb. Cerro Colorado
Pc_03	Barrio Santiago Chejoña
Pc_04	Barrio Huayna Pucara (Chanu Chanu III etapa)
Pc_05	Centro Poblado de Salcedo
Pc_06	Barrio Huascar

**ANEXO 8**

**MAPA DE UBICACIÓN DE LAS ESTACIONES DE MONITOREO DE  
CONCENTRACIÓN DE GASES.**

**ANEXO 9**

**MAPA DE EMISIÓN DE GASES DE DIÓXIDO DE AZUFRE (SO<sub>2</sub>), SULFURO  
DE HIDROGENO (H<sub>2</sub>S) AGOSTO, 2015.**

**ANEXO 9.1**

**MAPA DE EMISIÓN DE GASES DE DIÓXIDO DE AZUFRE (SO<sub>2</sub>), SULFURO  
DE HIDROGENO (H<sub>2</sub>S) AGOSTO, 2015.**



**Anexo 10**

**MAPA DE EMISIÓN DE GASES DE SULFURO DE HIDROGENO (H<sub>2</sub>S),**

**DIÓXIDO DE AZUFRE (SO<sub>2</sub>) JULIO, 2015.**

**Anexo 10.1**

**MAPA DE EMISIÓN DE GASES DE SULFURO DE HIDROGENO (H<sub>2</sub>S),  
DIÓXIDO DE AZUFRE (SO<sub>2</sub>) JULIO, 2015.**