



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE JULIACA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE  
INGENIERÍA AMBIENTAL Y FORESTAL**



**“EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL AIRE SEGÚN LOS NIVELES  
DE CONCENTRACIÓN DE SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, CO Y O<sub>3</sub> EN PUNTOS  
CRÍTICOS DE LA CIUDAD DE JULIACA”**

**BACH. JEANETTE JUSTO ARACAYO**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE  
INGENIERO AMBIENTAL Y FORESTAL**

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN  
GESTIÓN DE LA CALIDAD DEL AIRE**

**ASESOR:  
DR. JOSÉ LUIS PINEDA TAPIA**

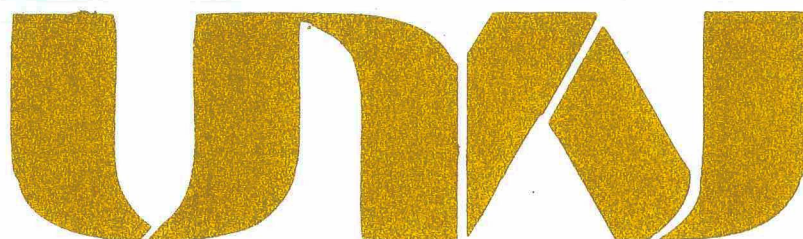


**JULIACA - PERÚ  
2021**



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE JULIACA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE  
INGENIERÍA AMBIENTAL Y FORESTAL**



**“EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL AIRE SEGÚN LOS NIVELES  
DE CONCENTRACIÓN DE SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, CO Y O<sub>3</sub> EN PUNTOS  
CRÍTICOS DE LA CIUDAD DE JULIACA”**

**BACH. JEANETTE JUSTO ARACAYO**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE  
INGENIERO AMBIENTAL Y FORESTAL**

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN  
GESTIÓN DE LA CALIDAD DEL AIRE**

**ASESOR:  
DR. JOSÉ LUIS PINEDA TAPIA**



**JULIACA - PERÚ  
2021**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE JULIACA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE  
INGENIERÍA AMBIENTAL Y FORESTAL**



**“EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL AIRE SEGÚN LOS NIVELES  
DE CONCENTRACIÓN DE SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, CO Y O<sub>3</sub> EN PUNTOS CRÍTICOS  
DE LA CIUDAD DE JULIACA”**

**Bach. Jeanette Justo Aracayo**

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE  
INGENIERO AMBIENTAL Y FORESTAL

Línea de investigación  
**Gestión de la calidad del aire**

Asesor:  
**Dr. José Luis Pineda Tapia**

Juliaca, 2021

## Ficha Catalográfica

Justo, J. (2021). *Evaluación de la calidad del aire según los niveles de concentración de SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, CO y O<sub>3</sub> en puntos críticos de la ciudad de Juliaca*. (Tesis de pregrado). Universidad Nacional de Juliaca.

**AUTOR:** Jeanette Justo Aracayo

**TÍTULO:** Evaluación de la calidad del aire según los niveles de concentración de SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, CO y O<sub>3</sub> en puntos críticos de la ciudad de Juliaca.

**PUBLICACIÓN:** Juliaca, 2021.

**DESCRIPCIÓN:** Cantidad de páginas (161 pp).

**NOTA:** Tesis (Ingeniería Ambiental y Forestal) – Universidad Nacional de Juliaca

Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental y Forestal

**CÓDIGO:** 01\_000012\_01/J93

**NOTA:** Incluye bibliografía

**ASESOR:** Dr. José Luis Pineda Tapia

**PALABRAS CLAVE:** Índice de calidad del aire (INCA), SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, CO y O<sub>3</sub>.

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE JULIACA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE  
INGENIERÍA AMBIENTAL Y FORESTAL**

**“EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL AIRE SEGÚN LOS NIVELES  
DE CONCENTRACIÓN DE SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, CO Y O<sub>3</sub> EN PUNTOS CRÍTICOS  
DE LA CIUDAD DE JULIACA”**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE  
INGENIERO AMBIENTAL Y FORESTAL**

**Presentada por:  
Jeanette Justo Aracayo**

**Sustentada y aprobada ante el siguiente jurado:**

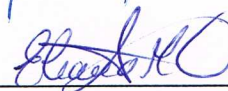
**PRESIDENTE**



---

**Dr. Gustavo Miguel Pacheco Pacheco**

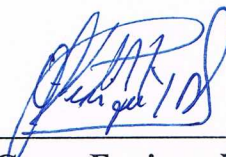
**SECRETARIO**



---

**M Sc. Eliana Mullisaca Contreras**

**VOCAL**



---

**M Sc. Cesar Enrique Yupanqui Bendita**

**ASESOR**



---

**Dr. José Luis Pineda Tapia**

## **DEDICATORIA**

El presente trabajo de investigación lo dedico principalmente a Dios, por darme la vida y estar siempre conmigo, además de ser el inspirador, quien me dio fuerza y voluntad para continuar con uno de mis anhelos más deseados.

A mis padres y hermanas, porque gracias a ellos he logrado llegar hasta aquí y convertirme en lo que soy; en especial a mi madre por su amor, paciencia, trabajo y sacrificio en todos estos años.

A todas las personas que me han apoyado y han hecho que el trabajo se realice con éxito en especial a aquellos que me compartieron sus conocimientos.

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a Dios, quien con su bendición llena siempre mi vida, a lo largo de mi existencia, ser el apoyo y fortaleza en aquellos momentos de dificultad y debilidad.

Gracias a mis padres: Alex Jaime y Susana, por ser los principales promotores de mis sueños, por confiar y creer en mis expectativas, por los consejos, valores, y principios que me han inculcado.

Agradezco de manera muy especial; al Doctor José Luis Pineda Tapia por ser mi asesor de mi trabajo de investigación, quien me ha orientado y guiado con sus conocimientos, paciencia, y su rectitud como docente.

## ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE TABLAS.....	v
ÍNDICE DE FIGURAS .....	vi
ÍNDICE DE ANEXOS .....	vii
RESUMEN.....	viii
ABSTRACT .....	ix
INTRODUCCIÓN.....	x
CAPÍTULO I PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	1
1.1. Descripción del problema.....	1
1.2. Formulación del problema.....	3
1.3. Objetivos de la investigación.....	3
1.4. Justificación de la investigación .....	4
CAPITULO II REVISIÓN DE LITERATURA.....	6
2.1. Antecedentes de la investigación.....	6
2.2. Marco teórico.....	9
2.2.1. Aire.....	9
2.2.2. Calidad del aire.....	10
2.2.3. Índice de calidad de aire.....	10
2.2.4. Contaminación aire .....	12
2.2.5. Dispersión de los contaminantes del aire .....	12
2.2.6. Tipos de contaminantes del aire .....	13
2.2.7. Contaminantes criterio .....	14
2.2.8. Clasificación de fuentes de contaminación .....	14
2.2.9. Principales contaminantes del aire .....	15
2.2.10. Efectos en la salud.....	16
2.2.11. Monitoreo ambiental .....	17
2.2.12. Equipos de monitoreo.....	18
CAPITULO III MATERIALES Y MÉTODOS.....	19
3.1. Ámbito de estudio.....	19
3.2. Metodología de la investigación.....	20
3.3. Hipótesis de investigación.....	21



3.4.	Variables de investigación.....	21
3.5.	Materiales y equipos .....	22
3.6.	Validez.....	23
3.7.	Determinación del tamaño de muestra .....	23
3.8.	Procedimiento metodológico.....	25
3.8.1.	Determinación de los niveles de concentración de dióxido de azufre (SO <sub>2</sub> ), dióxido de nitrógeno (NO <sub>2</sub> ), monóxido de carbono (CO) y ozono (O <sub>3</sub> ) en puntos críticos de la ciudad de Juliaca.....	25
3.8.2.	Determinación de los índices de calidad de aire (INCA) según los niveles de concentración de dióxido de azufre (SO <sub>2</sub> ), dióxido de nitrógeno (NO <sub>2</sub> ), monóxido de carbono (CO) y ozono (O <sub>3</sub> ) en puntos críticos de la ciudad de Juliaca .....	30
CAPITULO IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....		32
4.1.	Determinación de los niveles de concentración de dióxido de azufre (SO <sub>2</sub> ), dióxido de nitrógeno (NO <sub>2</sub> ), monóxido de carbono (CO) y ozono (O <sub>3</sub> ) en puntos críticos de la ciudad de Juliaca .....	32
4.1.1.	Nivel de concentración del dióxido de azufre (SO <sub>2</sub> ).....	33
4.1.2.	Nivel de concentración del dióxido de nitrógeno (NO <sub>2</sub> ).....	35
4.1.3.	Nivel de concentración del monóxido de carbono (CO).....	37
4.1.4.	Nivel de concentración del ozono (O <sub>3</sub> ) .....	39
4.2.	Determinación de los índices de calidad de aire (INCA) según los niveles de concentración de dióxido de azufre (SO <sub>2</sub> ), dióxido de nitrógeno (NO <sub>2</sub> ), monóxido de carbono (CO) y ozono (O <sub>3</sub> ) en puntos críticos de la ciudad de Juliaca.....	42
4.2.1.	Índice de calidad del aire según el dióxido de azufre (SO <sub>2</sub> ) .....	42
4.2.2.	Índice de calidad del aire según el dióxido de nitrógeno (NO <sub>2</sub> ) .....	43
4.2.3.	Índice de calidad del aire según el monóxido de carbono (CO) .....	44
4.2.4.	Índice de calidad del aire según el ozono (O <sub>3</sub> ).....	45
CAPÍTULO V CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....		48
5.1.	Conclusiones.....	48
5.2.	Recomendaciones .....	49
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....		50
ANEXOS .....		56

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 <i>Concentraciones aceptables para la calidad del aire</i> .....	10
Tabla 2 <i>Valores del índice de calidad del aire</i> .....	11
Tabla 3 <i>Cuidados y recomendaciones del índice de calidad del aire</i> .....	11
Tabla 4 <i>Clasificación de fuentes</i> .....	14
Tabla 5 <i>Equipos de monitoreo de calidad del aire</i> .....	23
Tabla 6 <i>Puntos críticos para la muestra de estudio</i> .....	24
Tabla 7 <i>Estaciones de monitoreo de aire</i> .....	25
Tabla 8 <i>Soluciones captadoras para SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, CO y O<sub>3</sub></i> .....	26
Tabla 9 <i>Frecuencia y periodo de monitoreo</i> .....	28
Tabla 10 <i>Método para la determinación de concentración de SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, CO y O<sub>3</sub></i> .....	29
Tabla 11 <i>Índice de calidad del aire - INCA</i> .....	30
Tabla 12 <i>Índice de calidad del aire para SO<sub>2</sub></i> .....	30
Tabla 13 <i>Índice de calidad del aire para NO<sub>2</sub></i> .....	31
Tabla 14 <i>Índice de calidad del aire para CO</i> .....	31
Tabla 15 <i>Índice de calidad del aire para O<sub>3</sub></i> .....	31
Tabla 16 <i>Datos de los parámetros meteorológicos</i> .....	32
Tabla 17 <i>Resultados del dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>)</i> .....	33
Tabla 18 <i>Resultados del dióxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>)</i> .....	35
Tabla 19 <i>Resultados del monóxido de carbono (CO)</i> .....	37
Tabla 20 <i>Resultados del ozono (O<sub>3</sub>)</i> .....	39
Tabla 21 <i>Planteamiento de la hipótesis (Nivel de concentración)</i> .....	41
Tabla 22 <i>Resultado del estadístico de prueba t-Student (Nivel de concentración)</i> .....	41
Tabla 23 <i>Planteamiento de la hipótesis (Índice de calidad de aire)</i> .....	46
Tabla 24 <i>Resultado del estadístico de prueba t-Student (Índice de calidad del aire)</i> .....	47

## ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1.</i> Dispersión de los contaminantes .....	13
<i>Figura 2.</i> Mapa de macro localización del ámbito de estudio.....	19
<i>Figura 3.</i> Mapa de ubicación del ámbito de estudio .....	19
<i>Figura 4.</i> Ubicación de las estaciones de monitoreo.....	26
<i>Figura 5.</i> Etapas del muestreo de SO <sub>2</sub> , NO <sub>2</sub> , CO y O <sub>3</sub> .....	27
<i>Figura 6.</i> Resultado promedio de los niveles de concentración del SO <sub>2</sub> .....	34
<i>Figura 7.</i> Resultado promedio de los niveles de concentración del NO <sub>2</sub> .....	36
<i>Figura 8.</i> Resultado promedio de los niveles de concentración del CO .....	38
<i>Figura 9.</i> Resultado promedio de los niveles de concentración del O <sub>3</sub> .....	40
<i>Figura 10.</i> Resultado del índice de calidad de aire según el SO <sub>2</sub> .....	42
<i>Figura 11.</i> Resultado del índice de calidad de aire según el NO <sub>2</sub> .....	43
<i>Figura 12.</i> Resultado del índice de calidad de aire según el CO.....	44
<i>Figura 13.</i> Resultado del índice de calidad de aire según el O <sub>3</sub> .....	45

## ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1 Registro fotográfico .....	57
Anexo 2 Certificado de calibración – Rotámetro .....	58
Anexo 3 Certificado de calibración – Estación meteorológica .....	59
Anexo 4 Informes de ensayo .....	60
Anexo 5 Cadenas de custodia.....	61
Anexo 6 Procesamiento de la data de los niveles de concentración.....	62
Anexo 7 Procesamiento de la data del índice de calidad del aire .....	63
Anexo 8 Rosa de viento.....	64
Anexo 9 Carta N° 122-2021.MPSR-J/GSPMA/SGGA.....	65
Anexo 10 Prueba de hipótesis .....	66
Anexo 11 Propuesta del plan de mejora para la calidad de aire .....	67

## RESUMEN

El Ministerio del Ambiente (Perú) considera al dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>), dióxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>), monóxido de carbono (CO) y ozono (O<sub>3</sub>) como “contaminantes criterio” que en altos niveles de concentración alteran la calidad del aire y tienen efectos negativos en la salud. En ese sentido, la presente investigación tuvo como objetivo evaluar la calidad del aire según los niveles de concentración de SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, CO y O<sub>3</sub> en puntos críticos de la ciudad de Juliaca, para ello se determinó niveles de concentración e índices de calidad del aire (INCA), con un enfoque cuantitativo y un diseño no experimental, usando la metodología de acuerdo al protocolo nacional de monitoreo de la calidad del aire (D.S. N°010-2019-MINAM), y considerando nueve estaciones de monitoreo (puntos críticos) con el equipo tren de muestreo (EYLECS-TM03). Para evaluar los resultados se utilizó las concentraciones aceptables de la Organización Mundial de la Salud (OMS) y el INCA (R.M. N°181-2016-MINAM), donde los niveles de concentración promedio fueron: 20.523 µg/m<sup>3</sup> (SO<sub>2</sub>), 36.690 µg/m<sup>3</sup> (NO<sub>2</sub>), 2459.157 µg/m<sup>3</sup> (CO) y 2.953 µg/m<sup>3</sup> (O<sub>3</sub>) en los meses de enero-marzo, encontrándose al NO<sub>2</sub>, CO y O<sub>3</sub> en el intervalo “0-50” (buena calidad) a excepción del SO<sub>2</sub> en el intervalo “101-625” (mala calidad) del INCA. En conclusión, la calidad del aire es aceptable y óptima según los niveles de concentración de NO<sub>2</sub>, CO y O<sub>3</sub>; sin embargo, la calidad del aire es deficiente según el nivel de concentración del SO<sub>2</sub>, por lo que la población juliaqueña sensible podría experimentar problemas en la salud.

**Palabras clave:** Índice de calidad del aire (INCA), SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, CO y O<sub>3</sub>.

## ABSTRACT

The Ministry of the Environment (Peru) considers sulfur dioxide (SO<sub>2</sub>), nitrogen dioxide (NO<sub>2</sub>), carbon monoxide (CO) and ozone (O<sub>3</sub>) as “criterion pollutants” that at high concentration levels alter air quality and they have negative effects on health. In this sense, the present research aimed to evaluate air quality according to the concentration levels of SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, CO and O<sub>3</sub> in critical points of the city of Juliaca, for this, determined concentration levels and air quality indices (INCA), with a quantitative approach and a non-experimental design, using the methodology according to the national air quality monitoring protocol (D.S. N° 010-2019-MINAM), and considering nine monitoring stations (critical points) with the sampling train equipment (EYLECS-TM03). To evaluate the results, the acceptable concentrations of the World Health Organization (WHO) and INCA (RM N ° 181-2016-MINAM) were used, where the average concentration levels were: 20.523 µg/m<sup>3</sup> (SO<sub>2</sub>), 36.690 µg/m<sup>3</sup> (NO<sub>2</sub>), 2459,157 µg/m<sup>3</sup> (CO) and 2,953 µg/m<sup>3</sup> (O<sub>3</sub>) in the months of January-March, with NO<sub>2</sub>, CO and O<sub>3</sub> being in the “0-50” interval (good quality) at exception of SO<sub>2</sub> in the interval "101-625" (poor quality) of INCA. In conclusion, the air quality is acceptable and optimal according to the concentration levels of NO<sub>2</sub>, CO and O<sub>3</sub>; however, the air quality is poor depending on the level of SO<sub>2</sub> concentration, so the sensitive population of Juliaca could experience health problems.

**Key words:** Air quality index (INCA), SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, CO and O<sub>3</sub>.

## INTRODUCCIÓN

El aire se considera un bien común de acceso no restringido e indispensable para la vida respecto del cual todas las personas tienen derecho de su uso y disfrute, además de la obligación de su conservación (Pérez et al., 2017); sin embargo su acción irresponsable viene causando daños irreversibles ya que genera emisiones como gases y material particulado que se desprenden en la troposfera, los cuales producen un continuo deterioro de la calidad del aire en las ciudades, en ese sentido, entre los gases más peligrosos para el ambiente y la salud se tiene al dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>), dióxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>), monóxido de carbono (CO) y ozono (O<sub>3</sub>) (Fernández, 2005), los cuales generan impactos negativos en el ambiente tanto a nivel regional (lluvias ácidas y destrucción de la capa de ozono), y a nivel global (cambio climático y efecto invernadero) (R.M. N° 302-2015-MINAM), además, tiene efectos en la salud (infecciones respiratorias agudas) que afectan a la población sensible como niños y adultos mayores.

Considerando que toda persona tiene derecho a gozar de un ambiente equilibrado y adecuado al desarrollo de su vida y que todos tienen derecho a la protección de su salud, como condición indispensable para el desarrollo humano y medio fundamental para alcanzar el bienestar individual y colectivo (Constitución Política del Perú, Art. 2 y 7, 1993), lo cual “se logra con el compromiso y la participación activa de todos los actores involucrados (Estado, empresas y población); siendo responsabilidad del Estado implementar las medidas necesarias para garantizar el cumplimiento de los instrumentos de gestión ambiental - IGAs” (MINAM, 2014, p. 15). Sin embargo, en la actualidad la municipalidad de la ciudad de Juliaca no tiene una base de datos ya que cuenta con escasa información acerca de la calidad del aire, ignorando así estándares e índices de calidad del aire, los cuales son IGAs básicos para el desarrollo óptimo de la gestión de la calidad del aire, lo que representa un obstáculo para acordar planes de control, prevención y/o soluciones entre la población y las entidades encargadas. Por ello, este trabajo de investigación tuvo la finalidad de evaluar la calidad del aire según los niveles de concentración de SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, CO y O<sub>3</sub> en puntos críticos de la ciudad de Juliaca.

La utilidad de esta investigación radica en cómo se encuentra la calidad del aire con el propósito de que la población tome conciencia y pueda prevenir enfermedades, así como promover su estudio, contribuyendo con la línea de investigación “Gestión de la Calidad del Aire”.

# CAPÍTULO I

## PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

### 1.1. Descripción del problema

En las últimas décadas la disminución de la calidad de vida y el aumento de las enfermedades respiratorias y cardiovasculares es debido a la polución del aire (Luna et al., 2017), esto significa que, la contaminación del aire tiene impactos negativos sobre la salud pública (Mendoza, 2014). Los gases con efectos tóxicos sobre el organismo y el ambiente son conocidos como “contaminantes criterio”, en donde se considera al dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>), dióxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>), monóxido de carbono (CO), y como resultante de las reacciones fotoquímicas al ozono (O<sub>3</sub>) (Bedoya y Martínez, 2009).

Para observar la gravedad del problema, actualmente a nivel internacional la Organización Mundial de la Salud (OMS) señala que, la contaminación del aire en las ciudades es responsable de 4.2 millones de muertes prematuras cada año (OMS, 2018). Igualmente, la Organización Panamericana de la Salud (OPS, 2016), indica que es el principal riesgo ambiental para la salud, porque causa el 36%, 34% y 27% de las muertes por cáncer de pulmón, accidente cerebrovascular y cardiopatías respectivamente (AMBI, 2020). Además, según el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) la calidad del aire en las ciudades ha empeorado y los datos disponibles muestran que superan las concentraciones aceptables y/o los límites establecidos por la OMS (Cepei, 2018).

En América Latina y el Caribe se identificó a 100 millones de personas aproximadamente que están expuestas a la contaminación del aire por encima de lo recomendado por la OMS; asimismo, se detectó que en casi todo el subcontinente las causas que generan dicha contaminación son la quema de residuos sólidos y las emisiones de los vehículos; en efecto se tiene la mala calidad del aire, la cual es perjudicial para los grupos más vulnerables como los niños, adultos mayores, personas con problemas de salud y poblaciones con bajos recursos económicos (Green y Sánchez, 2012).



En el caso del Perú, a principios de la década del 2000 el país afrontaba serios problemas ambientales como la contaminación del aire en áreas urbanas (OMS, 2014), es por esa razón que el gobierno peruano definió 31 zonas de atención prioritaria (ZAP) en donde están la provincia de San Román y Puno, por lo que el estudio de la calidad del aire es una de las prioridades en la actualidad. A pesar de ello, en el año 2015 el Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental (OEFA) elaboró un informe donde muestra que sólo el 29% de las municipalidades existentes en Lima Metropolitana supervisa y fiscaliza la contaminación del aire en su jurisdicción (Luna et al., 2017).

El deterioro de la calidad de aire en la región Puno se debe a las actividades industriales, el humo emanado por los automóviles, quema de vegetación, quema de basura, embarcaciones y aviones. Sin embargo, es la que recibe menor vigilancia en la región, como se muestra en la capital “ciudad de Puno”, al mismo tiempo aún no existe un control de las concentraciones de emisiones gaseosas (PRAA Puno. 2013).

La ciudad de Juliaca cuenta con su Plan de Desarrollo Urbano (PDU, 2016-2025), en el que solo se brinda un diagnóstico sobre la contaminación del aire, la cual es con mayor incidencia en el centro de la ciudad (sector VI) y en las vías más transitadas; en donde la flota vehicular se considera la principal fuente de contaminación del aire pues genera 75% de la contaminación (Méndez, 2014), además estos vehículos requieren de combustibles como petróleo y gasolina, cabe aclarar que cuando un combustible no se quema totalmente ocurre la combustión incompleta produciendo contaminantes como el CO, NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, entre otros (Ministerio del Medio Ambiente, 2016). Sin embargo, no se cuenta con una data de información acerca del estado de la calidad de aire. Asimismo, en el PDU se menciona que existen puntos de conflictos (puntos críticos) a causa de los paraderos informales, el aglutinamiento del comercio ambulatorio (venta de alimentos a la intemperie) y la congestión de vehículos motorizados (automóviles y mototaxis).

Por lo expuesto anteriormente, se tuvo la finalidad de evaluar la calidad de aire en la ciudad de Juliaca para generar información; y así poder saber el estado de la calidad del aire según el SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, CO y O<sub>3</sub>. Por lo tanto, esta investigación responde a las siguientes preguntas.

## **1.2. Formulación del problema**

### **1.2.1. Problema general**

¿Cuál es la calidad de aire según los niveles de concentración de dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>), dióxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>), monóxido de carbono (CO) y ozono (O<sub>3</sub>) en puntos críticos de la ciudad de Juliaca?

### **1.2.2. Problemas específicos**

¿Cuáles son los niveles de concentración de dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>), dióxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>), monóxido de carbono (CO) y ozono (O<sub>3</sub>) en puntos críticos de la ciudad de Juliaca?

¿Cuáles son los índices de calidad de aire (INCA) según los niveles de concentración de dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>), dióxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>), monóxido de carbono (CO) y ozono (O<sub>3</sub>) en puntos críticos de la ciudad de Juliaca?

## **1.3. Objetivos de la investigación**

### **1.3.1. Objetivo general**

Evaluar la calidad de aire según los niveles de concentración de dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>), dióxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>), monóxido de carbono (CO) y ozono (O<sub>3</sub>) en puntos críticos de la ciudad de Juliaca.

### **1.3.2. Objetivos específicos**

Determinar los niveles de concentración de dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>), dióxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>), monóxido de carbono (CO) y ozono (O<sub>3</sub>) en puntos críticos de la ciudad de Juliaca.

Determinar los índices de calidad de aire (INCA) según los niveles de concentración de dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>), dióxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>), monóxido de carbono (CO) y ozono (O<sub>3</sub>) en puntos críticos de la ciudad de Juliaca.

#### **1.4. Justificación de la investigación**

La gran parte de la contaminación del aire es causada por la actividad antropogénica (Amaya, 2017), la cual tiene efectos negativos tanto a nivel regional como las lluvias ácidas y la destrucción de la capa de ozono, y a nivel global como el cambio climático y el efecto invernadero (R.M. N° 302-2015-MINAM), en ese sentido, se considera a los contaminantes más peligrosos para el ambiente y la salud al SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, CO y O<sub>3</sub> que a exposiciones altas en un periodo corto pueden generar dolores de cabeza, náuseas, irritaciones en los ojos y nariz, agravar el asma, empeorar las enfermedades respiratorias, entre otras; y más aún en la población sensible (Fernández, 2005).

Si bien es cierto, la legislación peruana ha definido estándares e índices de calidad ambiental para el aire, estas no son tomadas en cuenta en la ciudad de Juliaca por la escasa información, ya que la municipalidad provincial de San Román manifiesta que no cuenta con recursos ni instrumentos necesarios para realizar estudios sobre la calidad del aire, a pesar de que existen denuncias ambientales sobre la contaminación del aire, tal como lo señala la Carta N° 122-2021-MPSR-J/GSPMA/SGGA (ver anexo 9).

La ausencia de información debido a los insuficientes estudios de alcance distrital sobre la calidad del aire hace que, el presente trabajo tenga un carácter muy necesario y conveniente para evaluar de manera cuantitativa la calidad del aire según el SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, CO y O<sub>3</sub> en puntos críticos de la ciudad de Juliaca (en el sector VI de acuerdo al Plan de Desarrollo Urbano - PDU).

Por otra parte, la presente investigación surge de la necesidad de conocer el estado de la calidad del aire y ampliar la información de acuerdo a los niveles de concentración e índices de calidad del aire en cuanto al SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, CO y O<sub>3</sub>, para contrastarlos con otros estudios similares, y analizar las posibles variantes según los meses del año, época seca o húmeda y/o zonificación de la ciudad; con el propósito de generar mayor información y proponer planes de prevención o regulación de la calidad del aire. Asimismo, la presente investigación representa un punto de partida para continuar e iniciar otras investigaciones, con la finalidad de que la población sea consciente de la importancia que tiene la calidad de aire en la salud pública.

Cabe señalar que, las investigaciones ambientales pueden ser realizadas a corto, mediano y largo plazo porque demanda de tiempo y recursos, es por esa razón que esta investigación se realizó en un periodo representativo (enero-marzo), en concordancia con algunas referencias internacionales como el protocolo para el monitoreo y seguimiento de la calidad del aire de Chile que señala que la duración debe ser por lo menos dos meses (MAVDT, 2010), asimismo, el procedimiento de la investigación se realizó de acuerdo al protocolo nacional de monitoreo de la calidad del aire del Perú (D.S. N°010-2019-MINAM).

Convenientemente, para esta investigación solo se consideró la época húmeda debido a que la velocidad y dirección de los vientos son estables a diferencia de la época seca en donde son más intensos y fuertes provocando el traslado de los contaminantes (PDU, 2016-2025). Asimismo, porque la humedad ejerce un efecto directo en los “contaminantes criterio”, favoreciendo la acumulación de humos y polvo, además la deposición húmeda de estos contaminantes causa daños físicos en los materiales e infraestructura de las ciudades, también, aceleran los procesos corrosivos de los metales, tal como lo indican el MINAM (2014) y Quispe et al., (2015).

Por ende, estos son los motivos que impulsaron a realizar la presente investigación con el propósito de contribuir con la protección ambiental y de esa manera fortalecer la línea de investigación “Gestión de la Calidad del Aire”.

## CAPITULO II

### REVISIÓN DE LITERATURA

#### 2.1. Antecedentes de la investigación

##### 2.1.1. Antecedentes internacionales

Oliva (2017), determinó la calidad del aire de la ciudad de Guatemala de acuerdo a los niveles de concentración de contaminantes, entre ellos estaban NO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub> y CO; para las muestras tomó 7 estaciones de monitoreo, tomando como criterio la cantidad del tráfico vehicular, para analizar los resultados utilizó los límites sugerido por la OMS. Concluyendo que el contaminante CO (10289.39 µg/m<sup>3</sup>) sobrepasa los límites, en cambio el NO<sub>2</sub> (70 µg/m<sup>3</sup>) y O<sub>3</sub> (90 µg/m<sup>3</sup>) están dentro de los límites.

Mateos et al. (2018), realizaron la evaluación espacial de la contaminación por SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub> y CO en la ciudad de Córdoba (Argentina); para las muestras tomaron 10 sitios de monitoreo y el análisis de sus resultados fueron con los valores límites primarios establecidos por su Legislación Nacional (Ley N° 20.284) y por la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (USEPA); los resultados para el CO fue 3526.53 µg/m<sup>3</sup> en el área de tránsito; O<sub>3</sub> fue 78.37 µg/m<sup>3</sup>, no superado en ningún sitio; SO<sub>2</sub> fue 146.94 µg/m<sup>3</sup>, con concentraciones altas en zonas industriales y residenciales; y por último el NO<sub>2</sub> fue 195.92 µg/m<sup>3</sup> superando en la mayoría de las zonas. Concluyeron que todos los gases evaluados están cumpliendo con los límites permitidos, a diferencia del NO<sub>2</sub>, así también, mencionan que los gases con mayor incidencia fueron el NO<sub>2</sub> y CO en las zonas con alto tránsito vehicular.

Cuesta et al. (2018), determinaron la distribución espacial de las concentraciones de SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub> y O<sub>3</sub> en el aire del área urbana y rural de Manizales (Colombia), cuyas muestras fueron tomadas en 12 estaciones; los resultados para el SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub> y O<sub>3</sub> fueron 6.95 µg/m<sup>3</sup>, 44.05 µg/m<sup>3</sup> y 42.1 µg/m<sup>3</sup> respectivamente. Concluyeron que el SO<sub>2</sub> fue superior en el sector industrial y rural debido a la influencia de las emisiones volcánicas y el viento; las mayores concentraciones de NO<sub>x</sub> estuvieron en los sectores residenciales; y el O<sub>3</sub> tuvo bajas concentraciones en los sectores residenciales y comerciales.

### 2.1.2. Antecedentes nacionales

Amaya (2017), determinó la calidad del aire de la población aledaña a la planta Qroma, Ñaña (Lima), entre los parámetros evaluados estaban el SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub> y CO, el diseño de la investigación fue descriptiva y comparada con los límites de la OMS, EPA y ECA del Perú; el monitoreo lo realizó en dos estaciones (barlovento y sotavento), cuyos resultados para el SO<sub>2</sub> fue 17.50 µg/m<sup>3</sup>, NO<sub>2</sub> fue 22.58 µg/m<sup>3</sup>, y CO fue 2669 µg/m<sup>3</sup>; por consiguiente, concluyó que la mayor cantidad de contaminantes proviene de la emisión y alrededores de la planta Qroma, pero los parámetros mencionados están dentro del ECA aire.

Valdivia (2017), efectuó una investigación cuyo objetivo fue determinar los parámetros de PM<sub>10</sub>, SO<sub>2</sub> y CO en el centro poblado el Arenal-Islay (Arequipa), el monitoreo de la calidad del aire se realizó en tres estaciones ubicadas en la parte de la entrada, urbana y salida del centro poblado; los resultados en los tres puntos de monitoreo para PM<sub>10</sub> fue de 11.56 µg/m<sup>3</sup>; asimismo, para los gases evaluados como el SO<sub>2</sub> y CO fueron de 13.00 µg/m<sup>3</sup> y 600 µg/m<sup>3</sup> respectivamente. Por último, concluye que los parámetros evaluados no exceden los ECA tanto para legislación antigua y actual (D.S. 074-2001-PCM y D.S. 003-2017-MINAM), además, la calidad de aire de dicho centro poblado no es afectada por las obras de la construcción y mejoramiento de la carretera.

Córdova (2019), realizó un estudio de investigación con el objetivo de determinar el índice de la calidad de aire según el CO y SO<sub>2</sub> de la combustión del flujo vehicular en los sectores de Pariachi y Huaycán del distrito de Ate (Lima); el diseño de la investigación fue no experimental descriptivo comparativo de corte transectorial, las estaciones de monitoreo fueron dos y se realizó en los meses de octubre y noviembre de acuerdo al protocolo de calidad de aire. Para realizar la comparación y determinación se utilizó el D.S. N° 003-2017-MINAM y R.M. 181-2016-MINAM. Para ambos meses los resultados de CO y SO<sub>2</sub> fueron 4941 µg/m<sup>3</sup> y 12.7 µg/m<sup>3</sup> respectivamente. Finalmente, concluye que los parámetros evaluados no excedieron los ECA y que el INCA es buena (representado de color verde) según la legislación peruana, por lo tanto, se puede realizar actividades al aire libre.

### 2.1.3. Antecedentes locales

El Ministerio del Ambiente – MINAM (2014), realizó un Informe Nacional de la Calidad de Aire con el objetivo de ofrecer información a las 31 zonas de atención prioritaria (ZAP), entre los “contaminantes criterio” analizados fueron: SO<sub>2</sub> y NO<sub>2</sub>, en donde la ciudad de Juliaca tuvo como resultados para: SO<sub>2</sub> de 18.82, 10.07 y 13.50 µg/m<sup>3</sup>; y NO<sub>2</sub> de 44.63, 7.48 y 41.5 µg/m<sup>3</sup>; los cuales son niveles de concentración máxima, mínima y promedio de cada contaminante. Asimismo, se indicó que el CO es producido por las emisiones de las fuentes móviles, con este informe se busca mejorar la calidad de vida de la población de las 31 ZAP.

Mediante la R.M. N° 297-2015-MINAM, se aprueba el “Plan de acción para la mejora de la calidad del aire en la ZAP de la cuenca atmosférica de Puno”, el grupo de estudio técnico ambiental de la calidad del aire (GESTA) realizaron un monitoreo en el año 2013, donde tomaron tres estaciones y los gases evaluados fueron el NO<sub>2</sub> y SO<sub>2</sub>, los resultados en promedio fueron 20.82 µg/m<sup>3</sup> y 11.43 µg/m<sup>3</sup> respectivamente; al ser comparadas con el D.S. N° 074-2001-PCM y D.S. N° 003-2008-MINAM (los cuales actualmente están derogadas) no sobrepasan dicha normativa peruana. Sin embargo, en el año 2010 el Ministerio de Salud (MINSAL, 2014) argumenta que la contaminación del aire afecta a la salud de las personas, principalmente en las zonas urbanas.

Asimismo, se aprobó la R.M. N° 302-2015-MINAM, el cual es el “Plan de acción para la mejora de la calidad del aire en la ZAP de la cuenca atmosférica de San Román”, con el objetivo de mejorar y/o preservar el estado de la calidad del aire para un periodo de 5 años a partir de su aprobación, pero actualmente está vencido; en el año 2013 el grupo de estudio técnico ambiental de la calidad del aire (GESTA) realizó un monitoreo, donde tomaron tres estaciones y los gases evaluados fueron el NO<sub>2</sub> y SO<sub>2</sub>, los resultados en promedio fueron 25.38 µg/m<sup>3</sup> y 12.75 µg/m<sup>3</sup> respectivamente, y se puede observar que están por debajo del ECA aire; por lo tanto cumplen con la normativa peruana de ese entonces.

Calsin (2019), determinó la calidad ambiental del aire a través de los agentes contaminantes ( $\text{NO}_2$ ,  $\text{SO}_2$  y  $\text{CO}_2$ ) generados por la quema de las ladrilleras artesanales en la comunidad campesina de Esquen Tariachi (Juliaca); para ello tomó 3 estaciones de monitoreo, conforme al “Protocolo Nacional de Monitoreo de la Calidad Ambiental del Aire” y consideró el ECA para aire. Como resultado obtuvo un promedio de las estaciones 01, 02 y 03 de los agentes contaminantes, los cuales fueron los siguiente: para el  $\text{NO}_2$  fue  $4.64 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ,  $\text{SO}_2$  fue  $13.94 \mu\text{g}/\text{m}^3$  y  $\text{CO}_2$  fue  $662.69 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . De acuerdo a las normas vigentes los niveles concentraciones se encuentran por muy debajo, por lo tanto, concluyó que existe un riesgo mínimo para la salud por la emisión de los mismos debido a las actividades del establecimiento.

## **2.2. Marco teórico**

### **2.2.1. Aire**

El aire es “un fluido transparente, incoloro, inodoro, insípido y no tiene volumen definido” (MINAM-EDUCCA, 2009, p.4). También es una mezcla de gases que está compuesta por un 78% de nitrógeno, 21% de oxígeno y 1% de otros gases tales como el argón, el dióxido de carbón, y el ozono (Trelles, 2018).

La Organización Mundial de la Salud (OMS) define al aire puro como “la mezcla de gases, vapor de agua y partículas sólidas y líquidas cuyo tamaño varía desde unos cuantos nanómetros hasta 0.5 milímetros, los cuales en su conjunto envuelven al globo terrestre” (OMS, 2004).

Por otro lado, la Organización Panamericana de la Salud (OPS) lo define como un bien común limitado, indispensable para la vida; por lo tanto, su utilización debe estar sujeta a normas que eviten el deterioro de su calidad por el uso indebido del mismo, de tal modo que se preserve su pureza para el normal desarrollo de los seres vivos sobre la tierra (INAGEP, 2020).



### 2.2.2. Calidad del aire

La calidad del aire tiene como finalidad identificar, cuantificar y evaluar los contaminantes producidos por las actividades del sector industrial y urbana que afecten a la salud de las personas y/o al medio ambiente (Carranza, 2001). Asimismo, es una indicación de cuanto el aire está contaminado, y si es apto para ser respirado (Ordoñez, 2018),

La Dirección General de Calidad Ambiental (DGCA) señala que “hay muchos factores que afectan la calidad del aire que respiramos” (MINAM-DGCA, 2019, p.2) como, por ejemplo, la presencia de sustancias contaminantes como gases o partículas generadas de manera natural o antrópica, pero los que determinan la calidad del aire son los contaminantes de origen químico (Medioambiente y sostenibilidad, 2019). Es por ello que en las guías de calidad del aire de la OMS tienen el límite recomendado o concentración aceptable para cada contaminante estudiado, estos valores están especificados en la tabla 1.

Tabla 1

*Concentraciones aceptables para la calidad del aire*

Entidad	SO <sub>2</sub>	NO <sub>2</sub>	CO	O <sub>3</sub>
	(µg/m <sup>3</sup> ) 24h	(µg/m <sup>3</sup> ) 1h	(µg/m <sup>3</sup> ) 8h	(µg/m <sup>3</sup> ) 8h
Organización Mundial de la Salud (OMS)	20	200	-	120
Concentraciones según el INCA (Perú)	20	200	10 049	120

Fuente: Clean Air Institute (2012), OMS (2018) y R.M. N° 181-2016-MINAM

Entonces, tanto la evaluación y la vigilancia de la calidad de aire se realiza mediante el monitoreo y determinación de índices de calidad, el cual tiene como propósito proteger la salud pública y la calidad de vida.

### 2.2.3. Índice de calidad de aire

Un índice de calidad del aire es una herramienta que permite informar de forma clara, directa y rápida sobre la calidad del aire que se respira en un determinado lugar, por tanto, es un indicador especialmente pensado para informar al público en general (IDEAM, 2012).

Asimismo, es “un valor adimensional calculado a partir de uno o varios contaminantes criterio” (Jaramillo et al., 2009, p.6), en otras palabras, es traducido a una misma escala las concentraciones de cada contaminante con un número único y sin unidades.

En el caso del Perú, el índice de Calidad del Aire (INCA) está dado por la Resolución Ministerial N° 181-2016-MINAM, el cual tiene un valor óptimo comprendido entre 0 y 100, basado en el cumplimiento de los Estándares de Calidad Ambiental para aire. El INCA cuenta con 4 calificaciones con sus respectivos colores para cada contaminante, así como se muestra en la tabla 2.

Tabla 2  
*Valores del índice de calidad del aire*

Calificación	Valores del INCA	Colores
Buena	0 – 50	Verde
Moderada	51 – 100	Amarillo
Mala	101 – VUEC*	Anaranjado
VUEC*	> VUEC*	Rojo

Fuente: R.M. N°181 – 2016 – MINAM

\*VUEC: Valor umbral del estado de cuidado

De acuerdo a la calificación del INCA, la población sensible y la población en general deberán tomar en cuenta los cuidados y recomendaciones que se muestra en la tabla 3.

Tabla 3  
*Cuidados y recomendaciones del índice de calidad del aire*

Calificación	Cuidados	Recomendaciones
<b>Buena</b>	La calidad del aire es satisfactoria y no representa un riesgo para la salud.	La calidad del aire es aceptable y cumple con el ECA de Aire. Puede realizar actividades al aire libre.
<b>Moderada</b>	La población sensible (niños, tercera edad, madres gestantes, personas con enfermedades respiratorias crónicas y cardiovasculares) podría experimentar algunos problemas de salud.	La calidad del aire es aceptable y cumple con el ECA de Aire. Puede realizar actividades al aire libre con ciertas restricciones para la población sensible.
<b>Mala</b>	La población sensible podría experimentar problemas de salud. La población en general podría sentirse afectada.	Mantenerse atento a los informes de calidad del aire. Evitar realizar ejercicio y actividades al aire libre.
<b>VUEC*</b>	La concentración del contaminante puede causar efectos en la salud de cualquier persona y efectos serios en la población sensible, tales como niños, ancianos, madres gestantes, personas con enfermedades pulmonares obstructivas crónicas y cardiovasculares.	Reportar a la Autoridad de Salud para que declare los Niveles de Estados de Alerta de acuerdo al Decreto Supremo N° 009-2003-SA y su modificatoria Decreto Supremo N° 012-2005-SA.

Fuente: R.M. N°181 – 2016 – MINAM

\*VUEC: Valor umbral del estado de cuidado

#### 2.2.4. Contaminación aire

Es importante mencionar que un contaminante es “cualquier sustancia química que no pertenece a la naturaleza del medio en que se encuentra o cuya concentración excede los niveles permisibles, y es susceptible de causar efectos nocivos en la salud de las personas y al ambiente” (INAGEP, 2020, p.4).

Entonces, la contaminación del aire es una alteración del equilibrio atmosférico, a consecuencia de la contaminación química, energética y mecánica; de forma química es ocasionada por la presencia de gases y partículas en el aire; de forma energética, se da mediante radiaciones electromagnéticas; y, por último, de forma mecánica, están las ondas generadoras de vibraciones (INAGEP, 2020).

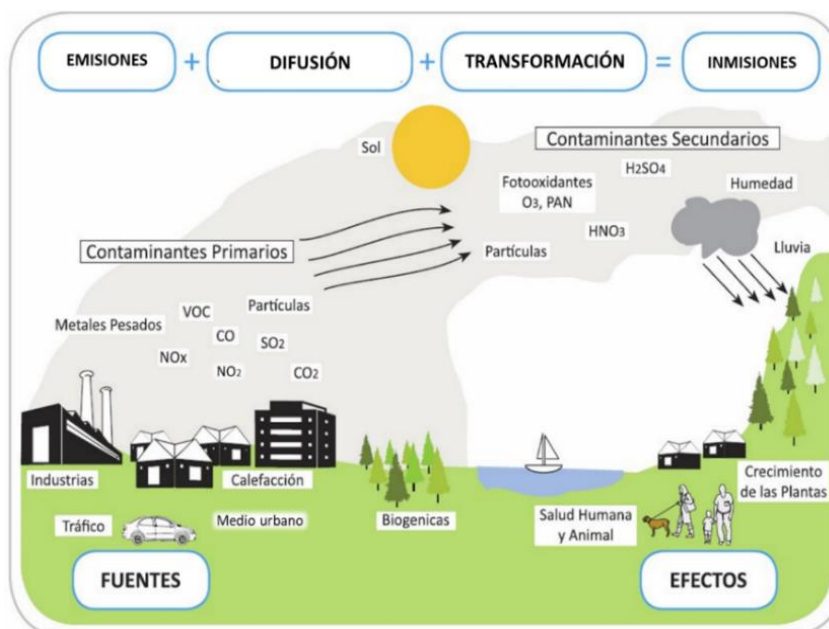
La contaminación del aire tiene una visión amplia porque no solo se consideran los contaminantes de origen químico, sino también de energía física, como el ruido, vibraciones, radiaciones ionizantes y no ionizantes, y a los contaminantes biológicos (Medioambiente y Sostenibilidad, 2019).

#### 2.2.5. Dispersión de los contaminantes del aire

Según CEUPE (2020), la mayoría de los contaminantes se dispersa en la parte baja de la troposfera, en donde interactúan entre sí y con los demás compuestos presentes en el aire antes de su deposición; otros ascienden y son transportados hasta lugares muy alejados del foco emisor; algunos logran traspasar la tropopausa e introducirse en la estratósfera. El proceso de la dispersión de los contaminantes es el siguiente:

- **Emisión:** Es la acción de descarga de contaminantes al aire en forma de humo, polvo y/o gases, o en alguna combinación de estos, provenientes de una fuente fija o móvil (MAVDT, 2008, p.13).
- **Difusión:** Es el transporte y distribución de los contaminantes, el cual depende de las características geográficas y topográficas de la zona, la velocidad y la dirección del viento, y la estabilidad atmosférica.

- **Transformación:** Los contaminantes primarios se mezclan mediante las reacciones químicas y fotoquímicas generando contaminantes secundarios.
- **Inmisión:** Es la concentración de contaminantes en un punto determinado (como receptor), la deposición de los contaminantes regresa a la superficie terrestre incorporándose a los océanos y al suelo. También es la cantidad de contaminación que se respira, se mide y se suele expresar en unidad de masa por unidad de volumen ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ).



*Figura 1.* Dispersión de los contaminantes  
Fuente: Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (Colombia)

### 2.2.6. Tipos de contaminantes del aire

De acuerdo a Mendoza (2014), menciona que resulta muy útil diferenciar dos grandes grupos de contaminantes que están presentes en el aire, los cuales son:

- **Contaminantes primarios:** Son aquellos procedentes directamente de las fuentes de emisión como los automóviles, chimeneas, entre otros (Mendoza, 2014). Por ejemplo: el plomo (Pb), monóxido de carbono (CO), óxidos de azufre ( $\text{SO}_x$ ), óxidos de nitrógeno ( $\text{NO}_x$ ), hidrocarburos (HC), material particulado (PM), etc. (R.M. N° 181-2016-MINAM).

- **Contaminantes secundarios:** Son aquellos originados en el aire por la interacción entre dos o más contaminantes primarios (reacciones químicas), o activadas por la energía de la radiación solar (reacciones fotoquímicas) y/o con los componentes de la naturaleza (R.M. N° 181-2016-MINAM). Como, por ejemplo: el ozono (O<sub>3</sub>), sulfatos (SO<sub>4</sub>), nitratos (NO<sub>3</sub>), ácido sulfúrico (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>), peroxiacetil-nitrato (PAN), entre otros (Mendoza, 2014).

### 2.2.7. Contaminantes criterio

Según la OEFA (2015), los “contaminantes criterio” se han identificado como perjudiciales para la salud y el bienestar de los seres humanos, los cuales son utilizados como criterio para evaluar la calidad del aire. En el Perú, los “contaminantes criterio” son el monóxido de carbono (CO), dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>), dióxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>), ozono (O<sub>3</sub>) y material particulado (MINAM, 2014).

### 2.2.8. Clasificación de fuentes de contaminación

En la tabla 4 se muestra las fuentes tanto antropogénicas como naturales de los principales contaminantes del aire estudiados de manera directa o indirecta (Ministerio del medio ambiente, 2016).

Tabla 4

#### *Clasificación de fuentes*

Contaminantes	Se produce por	Fuentes Antropogénicas	Fuentes Naturales
Dióxido de azufre (SO <sub>2</sub> )	- Quema de combustibles y fundición de minerales a gran temperatura y presión	- Combustibles fósiles (carbón, petróleo y gasóleos) - Tráfico de vehículos - Calefacciones de carbón - Centrales térmicas	- Emisiones volcánicas
Dióxido de nitrógeno (NO <sub>2</sub> )	- Quema de combustibles a altas temperaturas.	- Tráfico vehicular - Cocinas a gas - Aplicación de fertilizantes nitrogenados - Calderas de las plantas de generación de energía	- Interacciones biológicas en suelos y aguas - Incendios forestales, pastizales, árboles y arbustos
Monóxido de carbono (CO)	- Quema incompleta de combustibles (combustión incompleta)	- Motores de vehículos de gasolina - Procesos industriales	- Incendios forestales
Ozono (O <sub>3</sub> )	- Reacción fotoquímica a partir de sus precursores NO <sub>2</sub> y COV en presencia de luz solar.	- Se forma en condiciones soleadas con altas temperaturas	- Ozono estratosférico que entra en la troposfera

Fuente: Manual de Laboratorio – Monitoreo del aire.

### 2.2.9. Principales contaminantes del aire

De acuerdo con Salcido et al., (2019) consideran que los principales “contaminantes criterio” del aire son SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, CO, O<sub>3</sub> y material particulado; de los cuales se describirán los gases contaminantes.

- **Dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>)**

Es un gas formado principalmente por la quema de combustibles fósiles en las plantas generadoras de energía y fuentes móviles; al estar en contacto con el aire y la humedad por un tiempo prolongado genera ácido sulfúrico provocando las lluvias ácidas (Instituto para la Salud Geo ambiental, 2013), por ello su elevada concentración en el aire es un problema en algunas áreas urbanas e industriales (Green y Sánchez, 2012).

- **Dióxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>)**

Es un gas formado por la quema de combustibles fósiles a temperaturas altas, sus fuentes de contaminación son antrópicas y naturales; cabe señalar que el NO<sub>2</sub> puede reaccionar con la humedad presente en la atmosfera para formar ácido nítrico que puede ser causa de corrosión de las superficies metálicas y detener el crecimiento de plantas (Ministerio del medio ambiente, 2016). También, contribuye a la formación de ozono troposférico y es uno de los responsables de la generación de las lluvias acidas (Green y Sánchez, 2012).

- **Monóxido de carbono (CO)**

Es un gas formado a partir de la combustión incompleta de combustibles fósiles en vehículos automotores, sistemas de calefacción e incineradores. que resulta tóxico a concentraciones elevadas en exposiciones cortas (Requena et al., 2012, p.3). Además, “más del 90% del CO atmosférico proviene de fuentes naturales, y entre las fuentes antropogénicas destaca el transporte” (OEFA. 2015, p.12).

- **Ozono (O<sub>3</sub>)**

Es un gas, que se puede encontrar en la estratosfera y troposfera, siendo así, el ozono de la estratósfera beneficiosa para todos los seres vivos, ya que forma la capa de ozono; en cambio, el ozono que se halla en la troposfera (a nivel del suelo) es considerado un contaminante porque contribuye al cambio climático (Agenda de la construcción Sostenible, 2019).

Asimismo, “es un contaminante secundario porque es formado en la atmósfera por medio de reacciones fotoquímicas, a partir de contaminantes precursores (NO<sub>2</sub> y compuestos orgánicos volátiles - COVs) y la presencia de la luz solar, asimismo, depende de la intensidad de la radiación solar y de la temperatura” (Mateos et al., 2018, p.50).

Por esa razón, es el más difícil de reducir, puesto que no es directamente emitido por ninguna fuente, entonces, las medidas para controlarlo “se enfocan en las emisiones de sus precursores gaseosos, con la que es posible controlar los niveles e impactos negativos”. (Green y Sánchez, 2012, p.3).

#### **2.2.10. Efectos en la salud**

La contaminación del aire causa enfermedades que aparecen cuando se está expuesto constantemente o durante un tiempo considerable al SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, CO y O<sub>3</sub>, los cuales podrían provocar de manera general el agotamiento físico, alergias, asma, neumonía y cáncer al pulmón (AMBI, 2020). Los efectos en la salud que puede ocasionar cada contaminante evaluado son:

- **Dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>):** Puede agravar los síntomas de los individuos que sufren enfermedades respiratorias o cardíacas, causando broncoconstricción en asmáticos, bronquitis y traqueítis, también genera malestar torácico e irritación en la garganta y bronquios (MINAM. 2014).

- **Dióxido de Nitrógeno (NO<sub>2</sub>):** Empeora los síntomas de las personas que sufren enfermedades pulmonares; asimismo, causa bronquitis y pulmonía, irritando las vías respiratorias. También reduce significativamente la resistencia respiratoria a las infecciones (OMS. 2018).
- **Monóxido de Carbono (CO):** Inhabilita el transporte del oxígeno hacia las células provocando mareos, dolor de cabeza, náuseas, estados de inconsciencia e inclusive la muerte. También causa alteraciones en la percepción visual, audición, actividad motora y sensomotora; igualmente altera la vigilancia y otras mediciones de actividad neuroconductual (ATSDR. 2016).
- **Ozono (O<sub>3</sub>):** Irrita el sistema respiratorio, reduce la función pulmonar, agrava el asma, origina enfermedades pulmonares, inflama y daña las células que recubren los pulmones, también causa pérdida de la función pulmonar, irritación ocular e irritación de mucosas (OMS. 2018).

### 2.2.11. Monitoreo ambiental

El monitoreo es una de las herramientas más importantes para la fiscalización ambiental. Se realiza para verificar la presencia y medir la concentración de contaminantes en el ambiente en un determinado periodo (Córdova, 2019).

En el caso del aire se realiza de acuerdo al Protocolo Nacional de Monitoreo de la Calidad Ambiental del Aire, aprobado por el D. S. N° 010-2019-MINAM, el presente protocolo tiene como objetivo estandarizar los criterios técnicos para el monitoreo ambiental del aire en el Perú, a fin de “generar información de calidad, comparable, compatible, confiable y representativa”; y determinar criterios técnicos, establecer métodos de referencia y equivalentes.

En ese sentido sirve para evaluar el impacto en la salud y el ambiente generado por la exposición a contaminantes atmosféricos, así como para medir el cumplimiento del de los Estándares de Calidad Ambiental e Índices de Calidad Ambiental del Aire.



Asimismo, cabe indicar que una estación de monitoreo de un punto crítico es donde se encuentran posibles concentraciones altas de los gases contaminantes presentes por exposición directa (MAVDT, 2008, p.14).

### **2.2.12. Equipos de monitoreo**

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

- **Tren de muestreo**

Es un sistema ensamblado que sirve para coleccionar gases, fabricado en función a parámetros designados en las metodologías de ensayo. Entre los parámetros se encuentran monóxido de carbono (CO), dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>), dióxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>), sulfuro de hidrógeno (H<sub>2</sub>S), ozono (O<sub>3</sub>) y benceno (OEFA. 2015, p.18). Para ello se requiere de impingers que son tubos o botellas pequeñas que contiene una solución captadora dependiendo al parámetro a monitorear, asimismo, se necesita de un rotámetro calibrado para el ingreso adecuado del caudal de aire.

- **Estación meteorológica**

Una estación meteorológica es necesario para una evaluación de calidad del aire, ya que la determinación de las concentraciones de los gases contaminantes requiere de los datos meteorológicos, según el OEFA (2015) el equipo de la estación meteorológica se encuentra compuesta por los siguientes sensores:

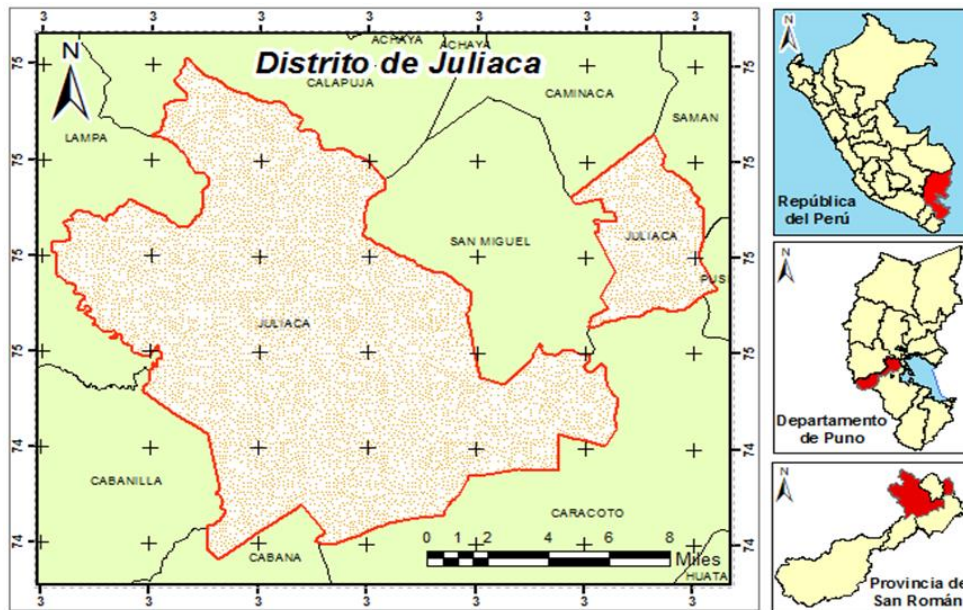
- *Anemómetro*: Instrumento que sirve para medir la velocidad y dirección del viento
- *Psicrómetro*: Aparato destinado a medir la humedad relativa del aire.
- *Termómetro de bulbo seco*: Sirve para medir la temperatura del ambiente.
- *Pluviómetro*: Instrumento proyectado para recoger y medir la precipitación.

# CAPITULO III

## MATERIALES Y MÉTODOS

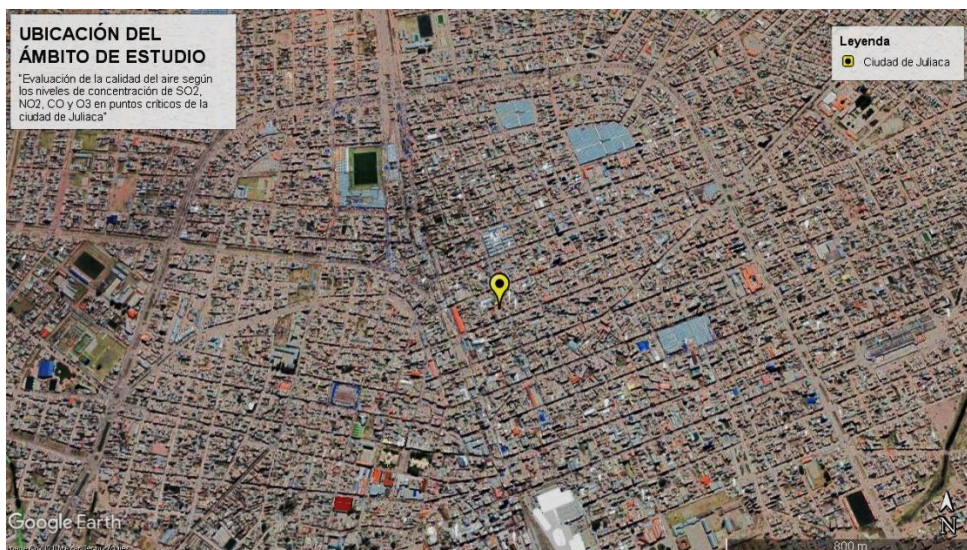
### 3.1. **Ámbito de estudio**

El presente trabajo de investigación tuvo como ámbito de estudio la ciudad de Juliaca, que se encuentra ubicada al sur del Perú, en la meseta altiplánica del departamento de Puno, provincia de San Román, a una altitud de 3824 m.s.n.m., en la cuenca del río Coata (PDU, 2017).



*Figura 2.* Mapa de macro localización del ámbito de estudio

Fuente: GEO GPS PERÚ



*Figura 3.* Mapa de ubicación del ámbito de estudio

Fuente: Google Earth 2021

## **3.2. Metodología de la investigación**

### **3.2.1. Diseño de investigación**

Dado que el objetivo fue evaluar la calidad de aire según los niveles de concentración de SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, CO y O<sub>3</sub> en puntos críticos de la ciudad de Juliaca, se recurrió a un diseño “no experimental”, realizado de manera longitudinal; porque se realizó sin manipular las variables independientes, ya que los datos recolectados fueron analizados tal como se dan en su contexto natural; según (Hernández y Mendoza, 2018).

### **3.2.2. Tipo de investigación**

Esta investigación se organizó de acuerdo a la finalidad o propósito, por lo que fue una “investigación básica”, porque buscó el conocer, para después hacer, actuar, construir o modificar, y según su secuencia temporal fue “prospectiva”, porque se registró de acuerdo a los hechos o fenómenos obteniendo la información primaria (Pacori y Pacori, 2019).

### **3.2.3. Enfoque de investigación**

Teniendo en cuenta que se buscó comprobar la hipótesis, así como los objetivos trazados, el presente trabajo fue diseñado bajo el planteamiento metodológico del “enfoque cuantitativo”, puesto que se adaptó a las características y necesidades de la investigación. “El enfoque cuantitativo tiene la característica de contestar a las preguntas de investigación y probar las hipótesis establecidas previamente, mediante los datos numéricos y análisis estadístico” (Hernández y Mendoza, 2018, p.186).

### **3.2.4. Prueba estadística**

Para comprobar si se acepta o rechaza las hipótesis planteadas de la investigación se utilizó la prueba t-Student debido al tamaño de muestra ( $n \leq 30$ ), y a la media de las muestras de cada gas, la cual se puede comparar con un nivel de concentración aceptable y un valor óptimo según el INCA y la OMS, tomando un nivel de confianza del 95% y un nivel de significancia ( $\alpha = 0.05$ ).

### **3.3. Hipótesis de investigación**

#### **3.3.1. Hipótesis general**

La calidad de aire según los niveles de concentración de dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>), dióxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>), monóxido de carbono (CO) y ozono (O<sub>3</sub>) en puntos críticos de la ciudad de Juliaca es aceptable y optimo según el índice de calidad del aire (INCA) y la Organización Mundial de la Salud (OMS).

#### **3.3.2. Hipótesis específicas**

Los niveles de concentración de dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>), dióxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>), monóxido de carbono (CO) y ozono (O<sub>3</sub>) en puntos críticos de la ciudad de Juliaca son menores o iguales a 20 µg/m<sup>3</sup>, 200 µg/m<sup>3</sup>, 10049 µg/m<sup>3</sup> y 120 µg/m<sup>3</sup> respectivamente, los cuales son concentraciones aceptables según el INCA y la OMS.

Los índices de calidad de aire (INCA) según los niveles de concentración de dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>), dióxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>), monóxido de carbono (CO) y ozono (O<sub>3</sub>) en puntos críticos de la ciudad de Juliaca son menores o iguales a 100, el cual es un valor óptimo máximo otorgado por el INCA que define que tiene una calidad de aire “buena” o “moderada”.

### **3.4. Variables de investigación**

#### **3.4.1. Variable independiente**

- Dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>)
- Dióxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>)
- Monóxido de carbono (CO)
- Ozono (O<sub>3</sub>)

#### **3.4.2. Variable dependiente**

- Calidad del aire

### **3.5. Materiales y equipos**

#### **3.5.1. Materiales**

- Trípode (2 unidades)
- Caja de impingers de SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, CO y O<sub>3</sub>
- Cooler (para las soluciones captadoras)
- Brújula y pilas (3 unidades)
- Extensión (cable de 20 metros)
- Plástico (1.5m),
- Cuaderno de campo
- Plumones y lapiceros
- Pizarra, micas, papel aluminio y film
- Cajas pequeñas y cinta adhesiva
- Equipos de protección personal

#### **3.5.2. Soluciones captadoras**

- Tetracloromercurato de Potasio para SO<sub>2</sub>
- Alcalina de Arsenito para NO<sub>2</sub>
- Alcalina de p-SABA para CO
- 1% KI en Buffer de Fosfato 0.1 M para O<sub>3</sub>

#### **3.5.3. Equipos**

- Tren de muestro (marca EYLECS, modelo TM03, y código EL/TM/10)
- Rotámetro (marca DWYER, modelo MMA-20, y código EL/RO/07)
- Estación meteorológica (marca DAVIS INSTRUMENT, modelo VANTAGE PRO 2, código EL/EM/02 y EL/EM/06)
- GPS (marca Garmin, modelo Etrex 10)
- Laptop (marca hp y modelo Intel core i7)
- Cámara fotográfica (celular de marca SAMSUNG y modelo A21s)

### 3.6. Validez

#### 3.6.1. Equipos de monitoreo

Los equipos como el rotámetro y la estación meteorológica requieren ser calibrados, por lo que cuentan con sus respectivos certificados de calibración (ver los anexos 2 y 3). Cabe aclarar que el equipo de tren de muestreo solo necesita de un rotámetro calibrado para asegurar el ingreso adecuado del caudal de aire.

Tabla 5

*Equipos de monitoreo de calidad del aire*

Equipo	Marca	Modelo	N° de serie	Código	Parámetro
Tren de muestreo	EYLECS	TM03	TM281220	EL/TM/10	SO <sub>2</sub> , NO <sub>2</sub> , CO y O <sub>3</sub>
Rotámetro	DWYER	MMA-20	No especificado	EL/RO/07	Caudal
Estación meteorológica	DAVIS INSTRUMENT	VANTAGE PRO 2	AM140115012 AZ170717089	EL/EM/02 EL/EM/06	Variables meteorológicas

Fuente: Elaboración propia

#### 3.6.2. Laboratorio de ensayo

Para los resultados de los niveles de concentraciones de SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, CO y O<sub>3</sub> se envió al laboratorio ALS “E & L ENVIRONMENTAL CONSULTING SERVICES S.R.L.” acreditado por el Instituto Nacional de Calidad - INACAL (ver anexo 4).

### 3.7. Determinación del tamaño de muestra

#### 3.7.1. Población

Según el Plan de Desarrollo Urbano - PDU (2016-2025), la ciudad de Juliaca cuenta con 21 puntos críticos, lo cual representa la población de estudio de la presente investigación, y la determinación de la muestra se indica en el ítem “3.7.2.”

#### 3.7.2. Muestra

El trabajo de investigación utilizó el tipo de muestreo “**no probabilístico**”, es decir, a juicio personal o intencional tomando en cuenta criterios de inclusión y exclusión (Pacori y Pacori, 2019).

**a) Criterios de inclusión:**

- Puntos críticos que estén ubicados en el sector VI según el Plan de Desarrollo Urbano (PDU, 2016-2025), porque es el centro de la ciudad.
- Puntos críticos que tengan un espacio y una principal actividad económica como el comercio ambulatorio.
- Puntos críticos que tengan concentración peatonal.
- Puntos críticos que tengan congestión vehicular.

**b) Criterios de exclusión:**

- Puntos críticos que representen solo avenidas o jirones, además donde no haya presencia del comercio ambulatorio.
- Puntos críticos en donde se brinden ingreso y salida de los vehículos de transporte inter distritales (terminales).
- Puntos críticos en donde se desarrollen actividades comerciales con poco tránsito peatonal, pero con alta concentración de vehículos de transporte privado y público.

Por otra parte, según el protocolo nacional de monitoreo de la calidad ambiental del aire, el número mínimo de estaciones de monitoreo deben ser dos de acuerdo al criterio poblacional para la ciudad de Juliaca, porque tiene una población de 252 671 habitantes (INEI, 2018-2020); pero para tener una información confiable y representativa, el tamaño de la muestra fue nueve puntos críticos de la parte céntrica de la ciudad de Juliaca, los cuales fueron las estaciones de monitoreo.

Tabla 6  
*Puntos críticos para la muestra de estudio*

Código	Puntos críticos
CA-01	Mercado “Pedro Vilcapaza”
CA-02	Centro comercial III
CA-03	Plaza “San José”
CA-04	Plaza vea
CA-05	Mercado “Manco Cápac”
CA-06	Mercado “Tupac Amaru”
CA-07	Centro Comercial II
CA-08	Mercado “Santa Barbara”
CA-09	Mercado “Las Mercedes”

Fuente: Elaboración propia

### 3.8. Procedimiento metodológico

A continuación, se detalla los procedimientos metodológicos por objetivo específico incluyendo los métodos, técnicas e instrumentos empleados.

#### 3.8.1. Determinación de los niveles de concentración de dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>), dióxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>), monóxido de carbono (CO) y ozono (O<sub>3</sub>) en puntos críticos de la ciudad de Juliaca

a) **Técnica:** Se aplicó la observación estructurada, siguiendo los procedimientos del protocolo nacional de monitoreo de la calidad ambiental del aire (D.S. N° 010-2019-MINAM).

- **Estaciones de monitoreo**

Para la investigación se realizó dos monitoreos de calidad del aire en los meses de enero-marzo del año 2021, los cuales son aceptables según algunas referencias internacionales como el protocolo para monitoreo y seguimiento de la calidad del aire de Chile (MAVDT, 2010). En tal sentido se instalaron 9 estaciones de monitoreo, su descripción y ubicación se muestra en la tabla 7 y figura 4 respectivamente.

Tabla 7  
*Estaciones de monitoreo de aire*

Punto crítico	Descripción	Estación (Código)	Coordenadas UTM		Altitud (msnm)
			Este	Norte	
Mercado “Pedro Vilcapaza”	En la azotea de una casa al frente del mercado “Pedro Vilcapaza”	CA-01	0379327	8287789	3823
Centro comercial III	En la azotea de una casa de la Laguna Temporal (CC-III)	CA-02	0378223	8287287	3821
Plaza “San José”	En la azotea de una casa al frente de la plaza “San José”	CA-03	0379055	8287956	3823
Plaza vea	En la azotea de una casa a lado de Plaza Vea	CA-04	0378693	8286747	3826
Mercado “Manco Cápac”	En la azotea de una casa en Jr. Carabaya (Mercado Manco Cápac)	CA-05	0378649	8287622	3826
Mercado “Tupac Amaru”	En la azotea de una casa al frente del mercado “Tupac Amaru”	CA-06	0379302	8287180	3824
Centro Comercial II	En el Centro Comercial II	CA-07	0378501	8286861	3822
Mercado “Santa Barbara”	En la azotea de una casa en Jr. Ignacio Miranda (Santa Barbara)	CA-08	0378189	8287157	3821
Mercado “Las Mercedes”	En la azotea de una casa al frente de mercado “Las Mercedes” (Dominical)	CA-09	0378170	8287720	3826

Fuente: Elaboración propia



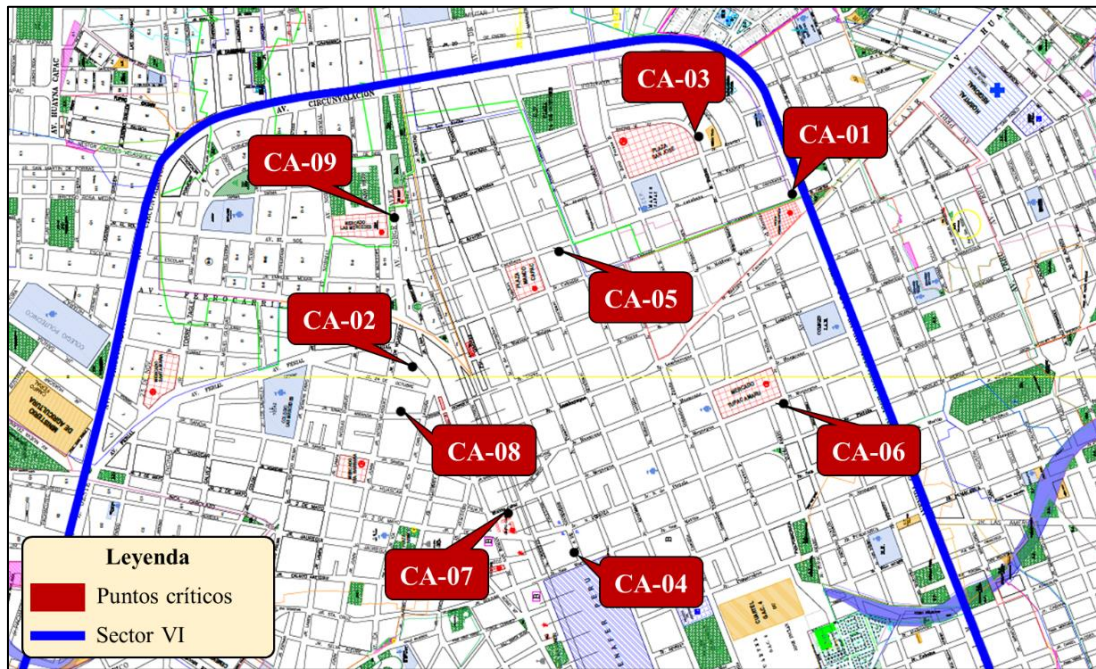


Figura 4. Ubicación de las estaciones de monitoreo  
Fuente: Google Earth 2021

- **Metodología de muestreo**

Se aplicó el método activo de gases ambientales basado en el tren de muestreo, el cual está conformado por un conjunto de impingers o frascos colectores para cada gas, en la tabla 8 se detalla la solución captadora para cada parámetro evaluado.

Tabla 8  
*Soluciones captadoras para SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, CO y O<sub>3</sub>*

Parámetro	Solución captadora
Dióxido de Azufre (SO <sub>2</sub> )	Tetracloromercurato de Potasio
Dióxido de Nitrógeno (NO <sub>2</sub> )	Alcalina de Arsenito
Monóxido de Carbono (CO)	Alcalina de p-SABA
Ozono (O <sub>3</sub> )	1% KI en Buffer de Fosfato 0.1 M

Fuente: Elaboración propia

- **Procedimiento del monitoreo**

Para el monitoreo de la calidad de aire se aplicó el pre muestreo, muestreo y post muestreo, el cual esta descrito en la figura 5.

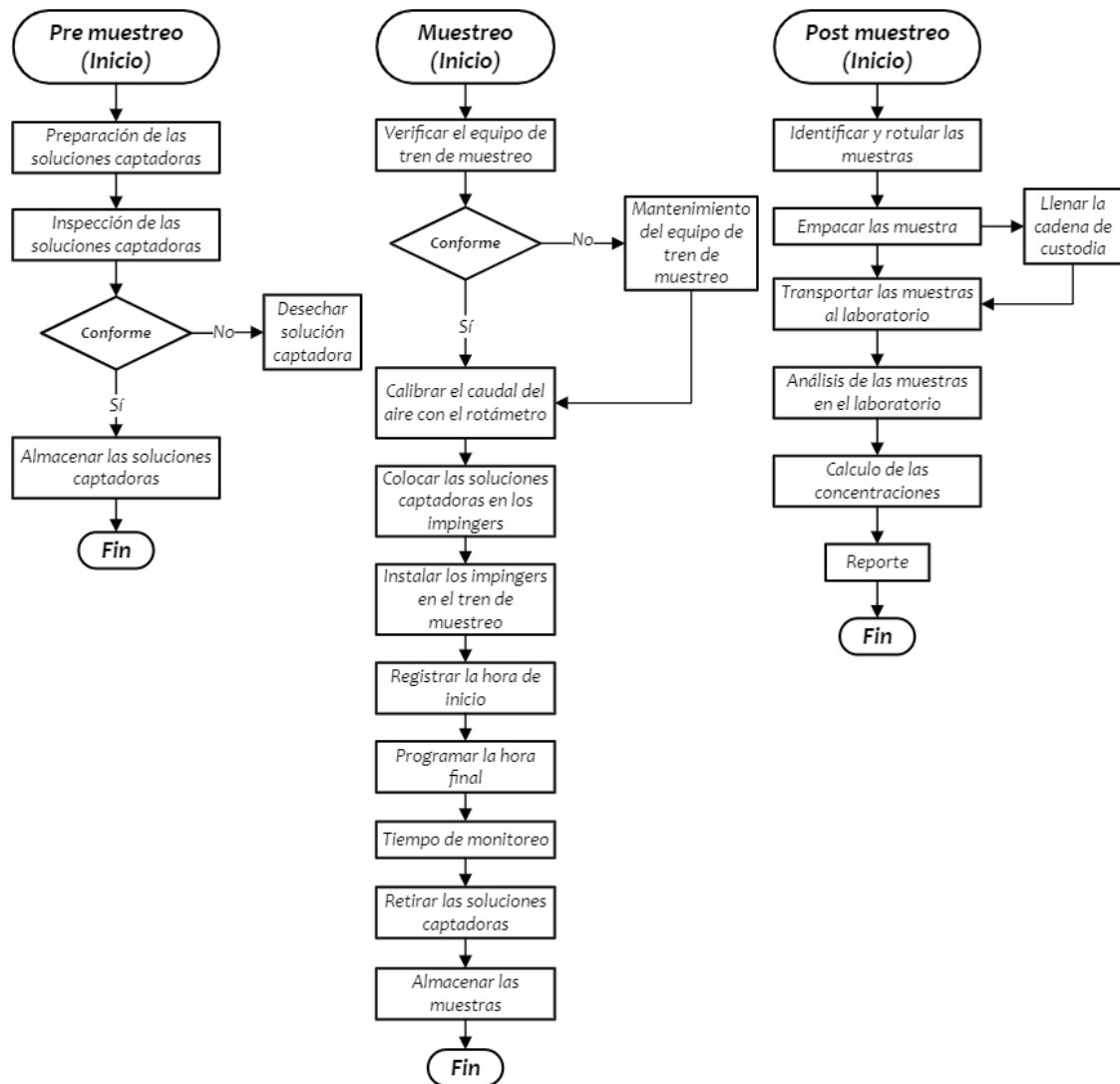


Figura 5. Etapas del muestreo de SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, CO y O<sub>3</sub>  
 Fuente: Elaboración propia

Asimismo, es importante para toda investigación de la calidad de aire contar con la información de las condiciones ambientales, porque es fundamental y necesario para la determinación de las concentraciones de los parámetros evaluados, por ese motivo también se monitorea la velocidad y dirección del viento, humedad relativa (%), presión atmosférica (mbar), temperatura (°C) y precipitación (mm)

- **Frecuencia y periodo de monitoreo**

El monitoreo de la calidad del aire permite obtener una data confiable y representativa de acuerdo al protocolo (D.S. N° 010-2019-MINAM), en la tabla 9 se muestra la frecuencia y el periodo determinado para cada gas contaminante.

Tabla 9  
*Frecuencia y periodo de monitoreo*

Parámetro	Periodo (hora)	Periodo mínimo suficiente de información válida requerida	Frecuencia
SO <sub>2</sub>	24	>75% (18 horas)	Continua
NO <sub>2</sub>	1	>75% (45 minutos)	Continua
CO	8	>75% (6 horas)	Continua
O <sub>3</sub>	8	>75% (6 horas)	Continua

Fuente: D.S. N° 010-2019-MINAM

- **Condiciones y requerimiento para el monitoreo**

Las condiciones y requerimientos necesarios para el monitoreo de la calidad de aire fueron:

- Accesibilidad a las estaciones de monitoreo
- Movilidad para el traslado de los equipos de monitoreo
- Seguridad de los equipos de monitoreo
- Disponibilidad de energía eléctrica

- **Criterios técnicos para la instalación de los equipos de monitoreo**

De acuerdo al protocolo nacional de monitoreo de la calidad de aire, se recomienda los siguientes criterios técnicos:

- Altura de la entrada de la muestra (mínimo 1.5 m y máximo 15 m).
- Distancia horizontal entre dos equipos de monitoreo (mayor o igual a 1m).
- Ubicarlos de tal manera que los obstáculos no eviten el ingreso del aire.
- Deben estar libre de las influencias de las estructuras, edificios y árboles.

**b) Instrumento:** Ficha de procesamiento de la data de los niveles de concentraciones de los parámetros evaluados (ver anexo 6).

- **Método para la determinación de concentración de los contaminantes en “µg/muestra”**

El método aplicado para la determinación de las concentraciones de cada parámetro evaluado en el laboratorio se describe en la tabla 10.

Tabla 10

*Método para la determinación de concentración de SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, CO y O<sub>3</sub>*

Parámetro	Método	Descripción	Unidad
Dióxido de Azufre (SO <sub>2</sub> )	EPA CFR 40 Appendix A-2 to Part 50 (excepto 7.1,9,12.2,12.3), Junio 2010. (Validado).	Determinación de Dióxido de Azufre (SO <sub>2</sub> ) en la atmósfera - Método de Pararosanilina (Colorimétrico)	µg/muestra
Dióxido de Nitrógeno (NO <sub>2</sub> )	ALS-CA-001 Rev 00, Basado en Analysis of air pollutants, Peter, O. Warner, Pág. 125-128, 1937. (Validado).	Determinación de Dióxido de Nitrógeno (NO <sub>2</sub> ) - Método del Arsenito (Colorimétrico)	µg/muestra
Monóxido de Carbono (CO)	ALS-CA-002 Rev 00, Basado en Analysis of air pollutants, Peter, O. Warner, Pág. 101-102, 1937. (Validado).	Determinación de Monóxido de Carbono (CO) – Método del Ácido P-Sulfoaminobenzoico (Colorimétrico)	µg/muestra
Ozono (O <sub>3</sub> )	ALS-CA-003 Rev 00, Basado en Methods of Air Sampling and Analysis, James P. Lodge, Jr., Editor, Third Edition, Capítulo 411, 1980. (Validado).	Determinación de Ozono (O <sub>3</sub> ) en la Atmosfera (Colorimétrico)	µg/muestra

Fuente: Elaboración propia

• **Cálculo de las concentraciones de los contaminantes en “µg/m<sup>3</sup>”**

Los niveles de concentración de los contaminantes de calidad de aire deben estar en unidades de microgramos por metro cúbico (µg/m<sup>3</sup>), por lo que se realizó los siguientes pasos.

- 1er paso: Se obtuvo los resultados emitidos por el laboratorio en “µg/muestra”.
- 2do paso: Se organizó la data de la estación de la meteorológica.
- 3er paso: Se aplicó la siguiente ecuación para determinar el volumen estándar.

$$V_e = \frac{P_m * V_m * T_e}{T_m * P_e}$$

Donde:

V<sub>e</sub>: Volumen estándar de la muestra (m<sup>3</sup>)

P<sub>m</sub>: Presión atmosférica promedio del periodo de muestreo (mBar)

V<sub>m</sub>: Volumen actual de la muestra (m<sup>3</sup>)

T<sub>e</sub>: Temperatura estándar (K)

T<sub>m</sub>: Temperatura ambiental promedio del periodo de muestreo (K)

P<sub>e</sub>: Presión estándar (mBar)

- 4to paso: Se dividió el resultado del laboratorio con el volumen estándar, obteniendo así la concentración en “µg/m<sup>3</sup>”.

**3.8.2. Determinación de los índices de calidad de aire (INCA) según los niveles de concentración de dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>), dióxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>), monóxido de carbono (CO) y ozono (O<sub>3</sub>) en puntos críticos de la ciudad de Juliaca**

a) **Técnica:** Normativa legal del índice de calidad del aire (INCA) dado por la R.M. N°181-2016-MINAM.

- **Índice de calidad del aire - INCA**

Se utilizó el INCA para un mejor entendimiento de la calidad del aire de la ciudad de Juliaca.

Tabla 11  
*Índice de calidad del aire - INCA*

Calificación	Valores del INCA	Colores
Buena	0 – 50	Verde
Moderada	51 – 100	Amarillo
Mala	101 – VUEC*	Anaranjado
VUEC*	> VUEC*	Rojo

Fuente: R.M. N°181 – 2016 – MINAM

\*VUEC: Valor umbral del estado de cuidado

b) **Instrumento:** Ficha de procesamiento de la data del índice de calidad del aire - INCA (ver anexo 7).

- **Cálculo del índice de calidad del aire**

Las tablas 12, 13, 14 y 15 muestran la calificación del índice de calidad del aire (INCA) para el SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, CO y O<sub>3</sub> respectivamente, con su ecuación para cada parámetro evaluado.

Tabla 12  
*Índice de calidad del aire para SO<sub>2</sub>*

Dióxido de azufre (SO <sub>2</sub> ) promedio 24 horas		
Intervalo del INCA	Intervalo de concentraciones (µg/m <sup>3</sup> )	Ecuación
0 – 50	0 – 10	$I(SO_2) = [SO_2] * 100/20$
51 – 100	11 – 20	
101 – 625	21 – 500	
> 625	> 500	

Fuente: R.M. N°181 – 2016 – MINAM

Donde: “I” = INCA, es decir, índice de calidad del aire según el dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>)

Tabla 13

*Índice de calidad del aire para NO<sub>2</sub>*

<b>Dióxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>) promedio 1 hora</b>		
<b>Intervalo del INCA</b>	<b>Intervalo de concentraciones (µg/m<sup>3</sup>)</b>	<b>Ecuación</b>
<b>0 – 50</b>	0 – 100	$I(NO_2) = [SO_2] * 100/200$
<b>51 – 100</b>	101 – 200	
<b>101 – 150</b>	201 – 300	
<b>&gt; 150</b>	> 300	

Fuente: R.M. N°181 – 2016 – MINAM

Donde: “I” = INCA, es decir, índice de calidad del aire según el dióxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>)

Tabla 14

*Índice de calidad del aire para CO*

<b>Monóxido de carbono (CO) promedio 8 horas</b>		
<b>Intervalo del INCA</b>	<b>Intervalo de concentraciones (µg/m<sup>3</sup>)</b>	<b>Ecuación</b>
<b>0 – 50</b>	0 – 5049	$I(CO) = [CO] * 100/10000$
<b>51 – 100</b>	5050 – 10049	
<b>101 – 150</b>	10050 – 15049	
<b>&gt; 150</b>	> 15050	

Fuente: R.M. N°181 – 2016 – MINAM

Donde: “I” = INCA, es decir, índice de calidad del aire según el monóxido de carbono (CO)

Tabla 15

*Índice de calidad del aire para O<sub>3</sub>*

<b>Ozono (O<sub>3</sub>) promedio 8 horas</b>		
<b>Intervalo del INCA</b>	<b>Intervalo de concentraciones (µg/m<sup>3</sup>)</b>	<b>Ecuación</b>
<b>0 – 50</b>	0 – 60	$I(O_3) = [O_3] * 100/120$
<b>51 – 100</b>	61 – 120	
<b>101 – 175</b>	121 – 210	
<b>&gt; 175</b>	> 210	

Fuente: R.M. N°181 – 2016 – MINAM

Donde: “I” = INCA, es decir, índice de calidad del aire según el ozono (O<sub>3</sub>)

## CAPITULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 4.1. Determinación de los niveles de concentración de dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>), dióxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>), monóxido de carbono (CO) y ozono (O<sub>3</sub>) en puntos críticos de la ciudad de Juliaca

El monitoreo fue realizado con normalidad en los meses de enero y marzo; cabe señalar que en el mes de febrero hubo la cuarentena focalizada e inmovilización social dado por el D.S. N° 023-2021-PCM, lo cual impidió realizar las actividades del monitoreo.

El proceso del monitoreo se realizó de acuerdo al protocolo nacional de la calidad del aire (D.S. N° 010-2019-MINAM), el cual menciona que se requiere de la información de los parámetros meteorológicos, porque permite la interpretación del comportamiento de los contaminantes y obtener la concentración de cada parámetro evaluado en µg/m<sup>3</sup> (ver anexo 6).

Tabla 16  
*Datos de los parámetros meteorológicos*

Estación de monitoreo	Temperatura (°C)		Humedad (%)		Velocidad del viento (m/s)		Dirección del Viento		Presión (mBar)		Precipitación (mm)	
	Ene	Mar	Ene	Mar	Ene	Mar	Ene	Mar	Ene	Mar	Ene	Mar
CA - 01	10.5	10.4	75	84	0.9	1.7	N	NNW	642.3	645.1	0.36	0.25
CA - 02	10.9	10.5	72	65	0.5	0.5	SSW	SSE	642.2	645.9	0.03	0.00
CA - 03	9.7	11.6	80	70	0.8	0.8	SE	SSE	642.9	645.8	0.02	0.00
CA - 04	12.9	11.4	65	67	1	1.7	ESE	SE	642.9	646.1	0.00	0.00
CA - 05	10.2	10.7	76	72	1.3	1.9	SW	ENE	643.2	644.5	0.35	0.00
CA - 06	9.8	10.3	79	62	0.5	0.9	W	W	643.8	644.8	0.47	0.00
CA - 07	7.9	10.3	82	64	1.2	1.0	WSW	SE	644.7	645.7	0.54	0.00
CA - 08	10.2	10.7	71	77	1	0.6	WNW	NNE	644	645.7	0.49	0.01
CA - 09	9.8	10.9	77	68	1	0.7	WNW	W	643	645.7	0.21	0.02

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 16, se presenta la información de los parámetros meteorológicos del monitoreo realizado en los meses de enero y marzo, es decir, el primero se realizó del 16 al 25 de enero y el segundo del 5 al 14 de marzo del presente año; los parámetros meteorológicos monitoreados fueron: la temperatura (°C), humedad (%), velocidad del viento (m/s), dirección del viento representado en rosa de viento (ver anexo 8), presión (mBar) y precipitación (mm) en cada punto crítico.

#### 4.1.1. Nivel de concentración del dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>)

Tabla 17

*Resultados del dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>)*

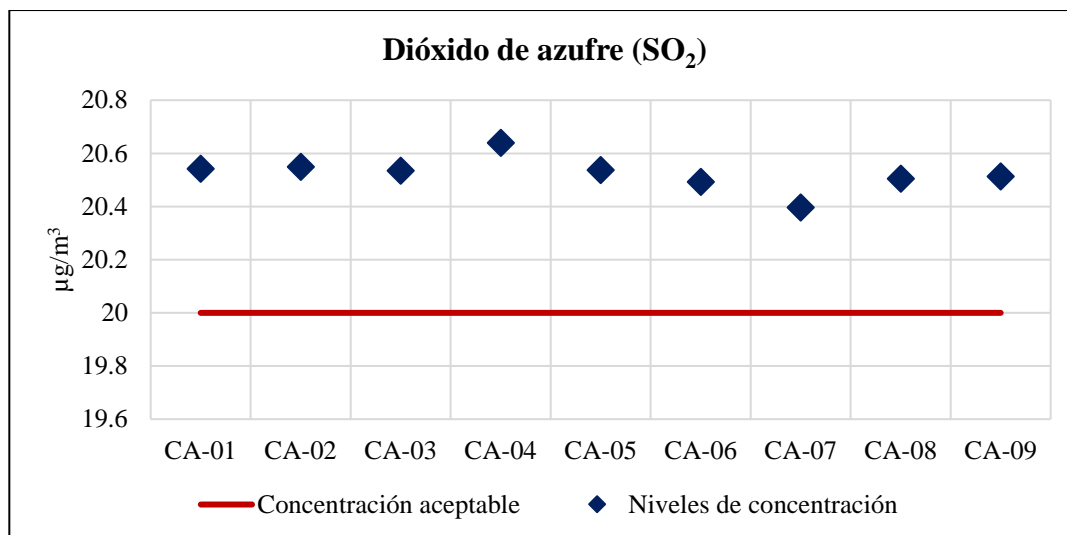
Estación de monitoreo	Punto crítico	SO <sub>2</sub> (µg/m <sup>3</sup> )		
		Enero	Marzo	Promedio
CA-01	Mercado "Pedro Vilcapaza"	20.590	20.493	20.542
CA-02	Centro Comercial III	20.622	20.476	20.549
CA-03	Plaza "San José"	20.512	20.557	20.535
CA-04	Plaza Vea	20.745	20.534	20.640
CA-05	Mercado "Manco Cápac"	20.540	20.533	20.537
CA-06	Mercado "Tupac Amaru"	20.491	20.495	20.493
CA-07	Centro Comercial II	20.326	20.466	20.396
CA-08	Mercado "Santa Barbara"	20.513	20.495	20.504
CA-09	Mercado "Las Mercedes"	20.516	20.510	20.513

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 17, se muestra los resultados de los niveles de concentración del dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>) de cada punto crítico evaluado en la ciudad de Juliaca, en donde el punto crítico "Plaza Vea" (CA-04) presenta una mayor concentración, registrando un promedio 20.640 µg/m<sup>3</sup>; mientras que el punto crítico "Centro Comercial II" (CA-07) fue menor, teniendo un promedio de 20.396 µg/m<sup>3</sup>; los otros puntos críticos presentan valores que varían entre 20.493 a 20.549 µg/m<sup>3</sup>.

El nivel de concentración más alto del SO<sub>2</sub> presentado en el punto crítico "Plaza Vea" (CA-04), es atribuible a que todas las empresas de transporte público cambiaron sus rutas a causa de la pandemia, generando mayor concentración de automóviles en el Jr. San Martín con Jr. 8 de noviembre donde se ubicaba la estación de monitoreo CA-04; a comparación del "Centro Comercial II" (CA-07) que fue despejado, por lo que obtuvo el nivel de concentración más bajo de todos los puntos críticos. Además, la dirección que tomó dicho contaminante en el punto crítico "Plaza Vea" (CA-04) fue hacia el este sureste (ESE) y sureste (SE) como se muestra en la tabla 16 y en el anexo 8.





*Figura 6.* Resultado promedio de los niveles de concentración del SO<sub>2</sub>  
 Fuente: Elaboración propia

En la figura 6, se presenta los promedios de los niveles de concentración del SO<sub>2</sub> para cada punto crítico, los cuales estuvieron por encima de los 20 μg/m<sup>3</sup> (concentración aceptable), lo que significa que los resultados no son aceptables según el INCA y la OMS.

El nivel de concentración promedio del SO<sub>2</sub> fue de 20.523 μg/m<sup>3</sup> (ver tabla 22), respecto a los nueve puntos críticos evaluados en la ciudad de Juliaca; el cual indica que hubo un aumento de 7 μg/m<sup>3</sup> aproximadamente desde el año 2013 y 2014 tal como lo reportaron el GESTA-San Román (2015) y el MINAM (2014) respectivamente, esto se debe a que el monitoreo se realizó en el sector VI de la ciudad, el cual generalmente presenta congestión vehicular; a pesar de que el monitoreo fue realizado en época húmeda y en estado de emergencia el aumento del nivel de concentración del SO<sub>2</sub> es notable. Por otra parte, el resultado promedio del SO<sub>2</sub> fue superior a las concentraciones obtenidas en la ciudad de Manizales con 6.95 μg/m<sup>3</sup> (Cuesta et al., 2018) y en la ciudad de Puno con 11.43 μg/m<sup>3</sup> (GESTA-Puno, 2015), igualmente fue superior a las concentraciones determinadas en los centros poblados Esquen Tariachi (Calsin, 2019), Huaycán y Pariachi (Córdova, 2019), Ñaña (Amaya, 2017) y Arenal-Islay (Valdivia, 2017); pero inferior a lo encontrado por Mateo et al. (2018) en la ciudad de Córdoba con 146.94 μg/m<sup>3</sup>.

#### 4.1.2. Nivel de concentración del dióxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>)

Tabla 18

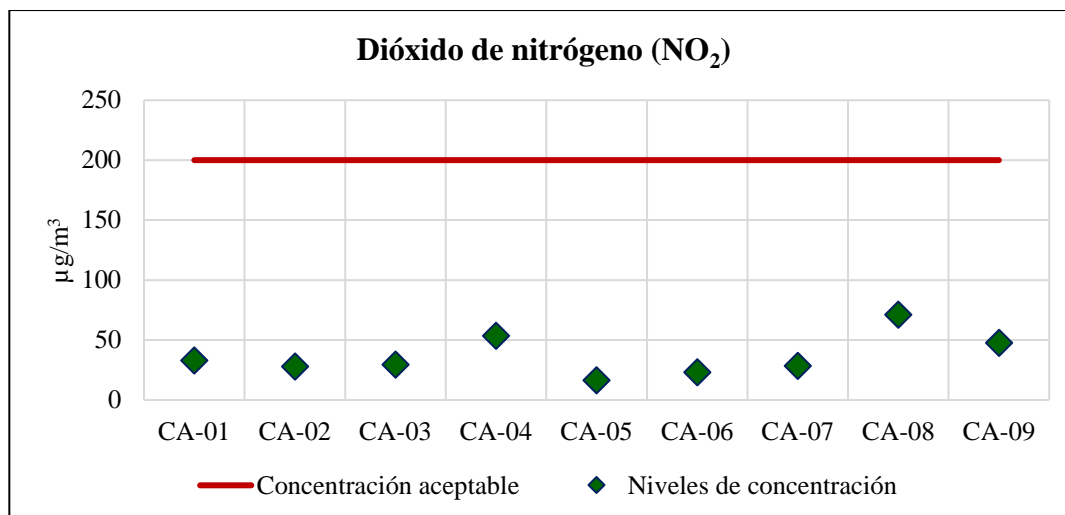
*Resultados del dióxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>)*

Estación de monitoreo	Punto crítico	NO <sub>2</sub> (µg/m <sup>3</sup> )		
		Enero	Marzo	Promedio
CA-01	Mercado "Pedro Vilcapaza"	25.464	40.431	32.948
CA-02	Centro Comercial III	31.516	24.378	27.947
CA-03	Plaza "San José"	14.154	44.554	29.354
CA-04	Plaza Vea	11.694	95.245	53.470
CA-05	Mercado "Manco Cápac"	17.867	14.818	16.343
CA-06	Mercado "Tupac Amaru"	26.586	19.521	23.054
CA-07	Centro Comercial II	38.177	18.350	28.264
CA-08	Mercado "Santa Barbara"	48.796	93.572	71.184
CA-09	Mercado "Las Mercedes"	19.242	76.049	47.646

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 18, se observa los resultados de los niveles de concentración del dióxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>) de los puntos críticos evaluados en la ciudad de Juliaca, en donde el punto crítico Mercado "Santa Barbara" (CA-08) tiene una mayor concentración, registrando un promedio de 71.184 µg/m<sup>3</sup>, en cambio el punto crítico Mercado "Manco Cápac" presentó una menor concentración con un promedio de 16.343 µg/m<sup>3</sup>; los demás puntos críticos presentan concentraciones que varían entre 23.054 a 53.470 µg/m<sup>3</sup>.

La mayor concentración de dióxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>), se presenta en el punto crítico Mercado "Santa Barbara" (CA-08), esto se debe a que alrededor de todo el mercado hay un alto tráfico vehicular y vendedores, a diferencia del mercado "Manco Cápac" que presenta la menor concentración, ya que a su alrededor el tráfico vehicular es más frecuente solo en el Jr. Cahuide y Jr. Tumbes; en cuanto a la dirección que tomó el contaminante en el punto crítico Mercado "Santa Barbara" (CA-08) fue hacia al oeste noroeste (WNW) y nor noreste (NNE) como se puede ver en la tabla 16 y en el anexo 8. También se observó que en la mayoría de los puntos críticos se registra un aumento de los niveles de concentración en el mes de marzo a comparación del mes de enero que son menores, esto se debe a que en los días de monitoreo del mes de enero se registró precipitaciones pluviales como se puede observar en la tabla 16, lo cual significa que el efecto que ejercen las lluvias es muy importante pues los contaminantes gaseosos se incorporan a las gotas de lluvia para su posterior precipitación hasta llegar a la superficie receptora, tal como lo señala Encinas (2011).



*Figura 7.* Resultado promedio de los niveles de concentración del NO<sub>2</sub>  
Fuente: Elaboración propia

En la figura 7, se presenta los promedios de los niveles de concentración del NO<sub>2</sub> para cada punto crítico, los cuales estuvieron por debajo de los 200 μg/m<sup>3</sup>, el cual representa una concentración aceptable según el INCA (Perú) y la OMS.

El nivel de concentración promedio del NO<sub>2</sub> fue 36.690 μg/m<sup>3</sup> (ver tabla 22), respecto a los nueve puntos críticos evaluados en la ciudad de Juliaca; el cual señala que hubo una disminución de 4.81 μg/m<sup>3</sup> al ser comparado con el resultado del MINAM reportado en el año 2014, este descenso se debe al estado de emergencia y las restricciones de algunas actividades cuando se realizó el monitoreo, cabe aclarar que el monitoreo se realizó en época húmeda, en donde el ambiente registro un alto porcentaje humedad (ver tabla 16) y es posible que el NO<sub>2</sub> reaccionó con la humedad limitando el crecimiento de las plantas (Ministerio del medio ambiente, 2016), afectando así a las áreas verdes del centro de la ciudad. Por otra parte, el resultado promedio del NO<sub>2</sub> fue superior a los resultados obtenidos por GESTA-Puno (2015) en la ciudad de Puno (20.82 μg/m<sup>3</sup>), Amaya (2017) en el centro poblado de Ñaña (22.58 μg/m<sup>3</sup>), y Calsin (2019) en la comunidad campesina Esquen Tariachi (4.64 μg/m<sup>3</sup>); pero inferior a lo reportado por Olivia (2017), Mateo et al. (2018) y Cuesta et al. (2018) en las ciudades de Guatemala (70 μg/m<sup>3</sup>), Córdoba (195.92 μg/m<sup>3</sup>) y Manizales (44.05 μg/m<sup>3</sup>) respectivamente, esto se debe a que dichas ciudades son más grandes a comparación de la ciudad de Juliaca.

#### 4.1.3. Nivel de concentración del monóxido de carbono (CO)

Tabla 19

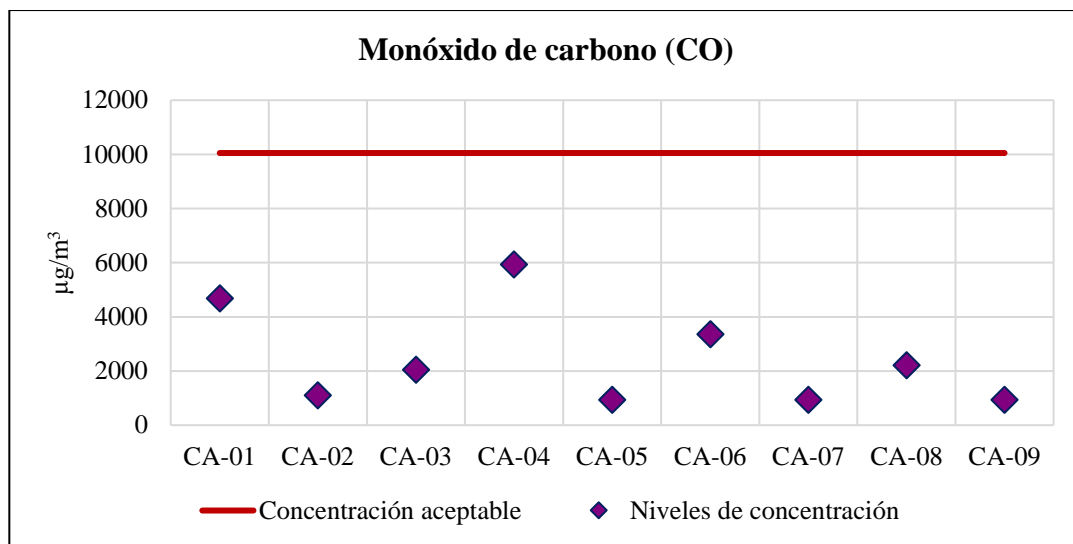
*Resultados del monóxido de carbono (CO)*

Estación de monitoreo	Punto crítico	CO ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )		
		Enero	Marzo	Promedio
CA-01	Mercado "Pedro Vilcapaza"	4552.467	4817.740	4685.104
CA-02	Centro Comercial III	1277.689	932.826	1105.258
CA-03	Plaza "San José"	934.490	3146.783	2040.637
CA-04	Plaza Veá	8531.258	3324.090	5927.674
CA-05	Mercado "Manco Cápac"	935.760	935.466	935.613
CA-06	Mercado "Tupac Amaru"	5787.783	933.713	3360.748
CA-07	Centro Comercial II	926.016	932.411	929.214
CA-08	Mercado "Santa Barbara"	1588.723	2838.530	2213.627
CA-09	Mercado "Las Mercedes"	934.675	934.414	934.545

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 19, se muestra los resultados de los niveles de concentración del monóxido de carbono (CO) de cada punto crítico evaluado de la ciudad de Juliaca, en donde el punto crítico "Plaza Veá" (CA-04) presenta la más alta concentración, registrando un promedio  $5927.674 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , mientras que el punto crítico "Centro Comercial II" (CA-07) presenta la más baja concentración, teniendo un promedio de  $929.214 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ; los otros puntos críticos presentan concentraciones que varían entre  $934.545$  a  $4685.104 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

La diferencia que se puede observar en la tabla 19 entre el punto crítico "Plaza Veá" (CA-04) y el "Centro Comercial II" (CA-07) se debe a que las rutas del transporte público cambiaron debido al estado de emergencia con la finalidad de evitar el contagio (COVID-19) y la conglomeración de personas, por lo que pasaron con mayor frecuencia por la vía Jr. 8 de noviembre, por donde se instaló la estación de monitoreo CA-04. En cuanto a la dirección que tomó el contaminante en el punto crítico "Plaza Veá" (CA-04) fue hacia el este sureste (ESE) y al sureste (SE) como se puede ver en la tabla 16 y en el anexo 8.



*Figura 8.* Resultado promedio de los niveles de concentración del CO  
Fuente: Elaboración propia

En la figura 8, se aprecia los promedios de los niveles de concentración del CO por cada punto crítico evaluado, los cuales estuvieron por debajo de los 10049  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , el cual representa una concentración aceptable según el INCA (Perú).

Asimismo, el nivel de concentración promedio del CO fue 2459.157  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (ver tabla 22), respecto a los nueve puntos críticos evaluados en la ciudad de Juliaca; el cual es similar al resultado obtenido por Amaya (2017) en el centro poblado de Ñaña con 2669  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , la cual esta aledaña a la planta Qroma (planta industrial de pintura). Por otra parte, es superior al centro poblado Arenal-Islay con 600  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , tal como lo reporta Valdivia (2017). También, se encontró que el nivel de concentración promedio del CO en la ciudad de Juliaca es inferior a los sectores de Pariachi y Huaycán con 4941  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , a la ciudad de Córdoba con 3526.53  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , y a la ciudad de Guatemala con 10289.39  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  resultados obtenidos por Córdoba (2019), Mateos et al. (2018) y Olivia (2017) respectivamente; cabe indicar que en el primer caso la población pertenece al distrito de Ate (Lima) y los dos últimos casos son grandes ciudades a comparación de la ciudad de Juliaca.

#### 4.1.4. Nivel de concentración del ozono (O<sub>3</sub>)

Tabla 20

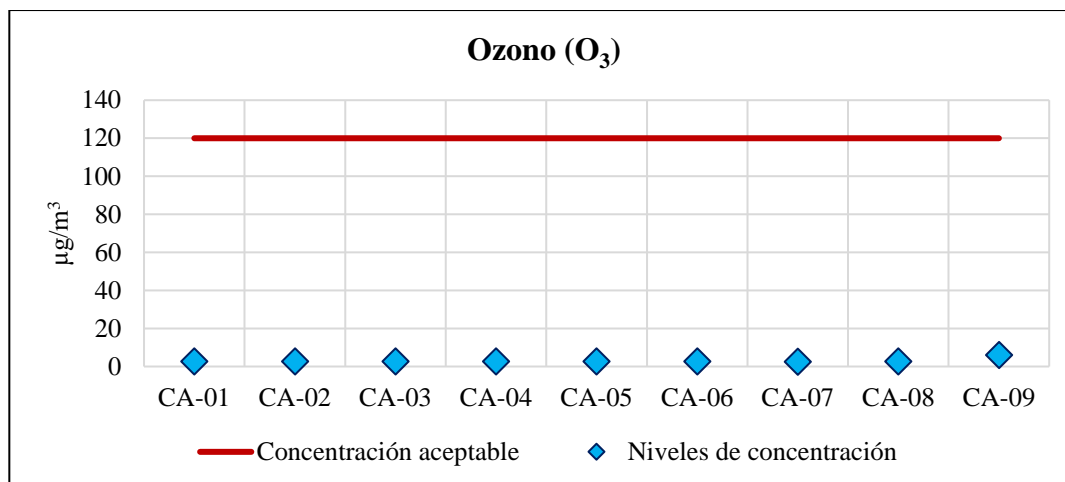
*Resultados del ozono (O<sub>3</sub>)*

Estación de monitoreo	Punto crítico	O <sub>3</sub> (µg/m <sup>3</sup> )		
		Enero	Marzo	Promedio
CA-01	Mercado "Pedro Vilcapaza"	2.589	2.577	2.583
CA-02	Centro Comercial III	2.593	2.575	2.584
CA-03	Plaza "San José"	2.579	2.585	2.582
CA-04	Plaza Veá	2.609	2.582	2.596
CA-05	Mercado "Manco Cápac"	2.583	2.582	2.583
CA-06	Mercado "Tupac Amaru"	2.576	2.577	2.577
CA-07	Centro Comercial II	2.556	2.573	2.565
CA-08	Mercado "Santa Barbara"	2.579	2.577	2.578
CA-09	Mercado "Las Mercedes"	9.284	2.579	5.932

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 20, se aprecia los resultados de los niveles de concentración del ozono (O<sub>3</sub>) de los puntos críticos evaluados de la ciudad de Juliaca, en donde el punto crítico Mercado "Las Mercedes" (CA-09) tiene una mayor concentración, registrando un promedio 5.932 µg/m<sup>3</sup>, mientras que el punto crítico "Centro Comercial II" presentó una menor concentración, teniendo un promedio de 2.565 µg/m<sup>3</sup>; los demás puntos críticos presentan valores que varían entre 2.577 a 2.596 µg/m<sup>3</sup>.

La mayor concentración del ozono (O<sub>3</sub>) se presenta en el punto crítico Mercado "Las Mercedes" (CA-09), esto se debe a que el día de monitoreo hubo mayor radiación solar respecto a los demás días de monitoreo y posiblemente presencia de compuestos orgánicos volátiles (COV); Risctox (2010) señala que los COV se liberan durante la quema de combustibles como: la gasolina (el transporte es una de las principales fuentes de emisión de COV), gas natural y aromatizantes; en efecto en el punto crítico CA-09 se encontró mayor concentración de comerciantes ambulantes, tráfico vehicular, venta de comidas rápidas, frutas, verduras, etc., ya que dicha estación de monitoreo se ubicaba en la dominical. En cambio, el punto crítico "Centro Comercial II" tuvo la menor concentración, y esto se debe a que está despejado del transporte público a consecuencia del estado de emergencia. En cuanto a la dirección que tomó el contaminante en el punto crítico Mercado "Las Mercedes" (CA-09) fue hacia el oeste noroeste (WNW) y al oeste (W) como se muestra en la tabla 16 y en el anexo 8.



*Figura 9.* Resultado promedio de los niveles de concentración del O<sub>3</sub>  
Fuente: Elaboración propia

En la figura 9, se puede notar los promedios de los niveles de concentración del O<sub>3</sub> para cada punto crítico, los cuales estuvieron por debajo de los 120 μg/m<sup>3</sup>, el cual representa una concentración aceptable según el INCA (Perú) y la OMS.

Cabe señalar que el nivel de concentración promedio del O<sub>3</sub> fue de 2.953 μg/m<sup>3</sup> (ver tabla 22), respecto a los nueve puntos críticos evaluados en la ciudad de Juliaca; el cual es inferior a las ciudades de Manizales (42.1 μg/m<sup>3</sup>), Córdoba (78.37 μg/m<sup>3</sup>) y Guatemala (90 μg/m<sup>3</sup>) tal como lo reportan Cuesta et al. (2018), Mateos et al. (2018) y Olivia (2017) respectivamente; esto se debe a que tienen mayor cantidad de tráfico vehicular, y a las altas temperaturas que tienen estas ciudades, ya que el O<sub>3</sub> depende de la intensidad de la radiación solar y de la temperatura (Mateos et al., 2018), a comparación de la ciudad de Juliaca que registra temperaturas mínimas en los meses de monitoreo realizado en época húmeda (ver tabla 16), considerando que la presencia de lluvias promueven la precipitación del O<sub>3</sub>, tal como lo señala Quispe et al., (2015).

- **Contrastación de hipótesis de investigación**

El contraste de la hipótesis se realizó mediante la distribución t-Student (ver anexo 10), para ello, cada contaminante tiene su hipótesis de investigación (Hi) y una hipótesis nula (Ho), descrita en la tabla 21.

Tabla 21

*Planteamiento de la hipótesis (Nivel de concentración)*

Hipótesis	SO <sub>2</sub>	NO <sub>2</sub>	CO	O <sub>3</sub>
Hi	[SO <sub>2</sub> ] ≤ 20 µg/m <sup>3</sup>	[NO <sub>2</sub> ] ≤ 200 µg/m <sup>3</sup>	[CO] ≤ 10049 µg/m <sup>3</sup>	[O <sub>3</sub> ] ≤ 120 µg/m <sup>3</sup>
Ho	[SO <sub>2</sub> ] > 20 µg/m <sup>3</sup>	[NO <sub>2</sub> ] > 200 µg/m <sup>3</sup>	[CO] > 10049 µg/m <sup>3</sup>	[O <sub>3</sub> ] > 120 µg/m <sup>3</sup>

Fuente: Elaboración propia

Donde: Hi = Hipótesis de investigación

Ho= Hipótesis nula

La determinación del estadístico de prueba, es decir, para hallar el valor de la t-calculada ( $t_c$ ) se utilizó la siguiente formula.

$$t_c = \frac{\bar{x} - \mu}{\frac{s}{\sqrt{n}}}$$

Donde:

$t_c$ : t-calculada

n: tamaño de muestra

$\bar{x}$ : promedio

$\mu$ : media (concentración aceptable)

s: desviación estándar

Luego se estableció la regla de decisión con un nivel de significancia ( $\alpha = 0.05$ ), en donde se tuvo como valor crítico a la t-tabulada (t), la cual es  $t_{(0.95,8)} = -1.860$ , por lo que se tiene:

- Si  $t_c > -1.860$ , no se rechaza la Ho
- Si  $t_c \leq -1.860$ , se rechaza la Ho

Según la determinación de las concentraciones de cada gas se pudo obtener los datos necesarios para calcular el estadístico de prueba con la t-calculada ( $t_c$ ).

Tabla 22

*Resultado del estadístico de prueba t-Student (Nivel de concentración)*

Contaminantes criterio	SO <sub>2</sub>	NO <sub>2</sub>	CO	O <sub>3</sub>
Promedio ( $\bar{x}$ )	20.523	36.690	2459.157	2.953
Desviación estándar (s)	0.0636	17.3445	1832.11	1.11695
Media ( $\mu$ )	20	200	10049	120
Tamaño de muestra (n)	9	9	9	9
$t_c$	24.66	-28.25	-12.43	-314.38

Fuente: Elaboración propia

Donde:  $t_c = t$  calculada (ver anexo 10)



De acuerdo a la prueba de hipótesis de la distribución t-Student, se encontró que la t-calculada es menor o igual que la t-tabulada para el NO<sub>2</sub>, CO y O<sub>3</sub>, esto determina que se rechaza la hipótesis nula (H<sub>0</sub>), por lo que existen suficientes evidencias estadísticas con un nivel de significación ( $\alpha = 0.05$ ), para afirmar que la calidad del aire según el nivel de concentración de NO<sub>2</sub>, CO y O<sub>3</sub> son menores o iguales a 200  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , 10049  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  y 120  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  respectivamente; a excepción del SO<sub>2</sub>, ya que la t-calculada es mayor que la t-tabulada, esto indica que no se rechaza la hipótesis nula (H<sub>0</sub>) y se puede afirmar que la calidad del aire según el nivel de concentración de SO<sub>2</sub> son mayores a 20  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

#### 4.2. Determinación de los índices de calidad de aire (INCA) según los niveles de concentración de dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>), dióxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>), monóxido de carbono (CO) y ozono (O<sub>3</sub>) en puntos críticos de la ciudad de Juliaca

Los cálculos para determinar el índice de calidad del aire (INCA) fueron realizados de acuerdo a la R.M. N° 181-2016-MINAM.

##### 4.2.1. Índice de calidad del aire según el dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>)

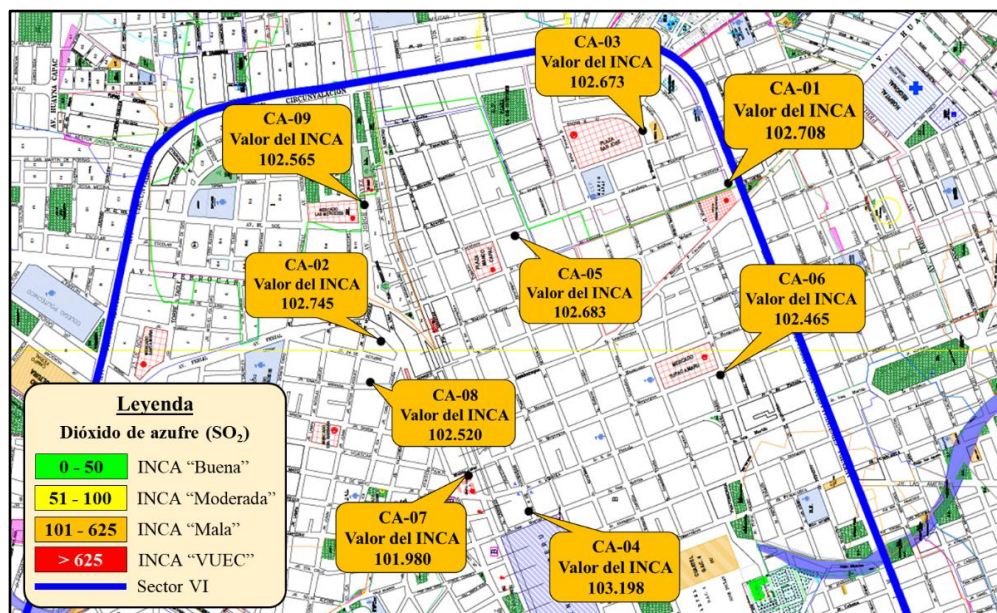


Figura 10. Resultado del índice de calidad de aire según el SO<sub>2</sub>  
Fuente: Elaboración propia

En la figura 10, se muestran resultados del índice de calidad del aire (INCA) según el dióxido de azufre ( $\text{SO}_2$ ) de cada punto crítico evaluado en la ciudad de Juliaca, en donde se observa el máximo (103.198) y mínimo (101.980) valor del INCA, que pertenecen a los puntos críticos “Plaza Vea” (CA-04) y “Centro Comercial II” (CA-07) respectivamente. También se visualiza que todos los puntos críticos están en el intervalo del INCA de “101-625”, es decir, la calidad de aire es “mala” según el  $\text{SO}_2$ .

El valor promedio del INCA de todos los puntos críticos evaluados en la ciudad de Juliaca según el  $\text{SO}_2$  fue 102.615 (ver tabla 24), el cual representa una calidad del aire “mala”, lo que puede causar efectos en el ambiente (lluvia ácida) y en la salud de las personas (problemas respiratorios), por ello se recomienda mantenerse atento a los informes de calidad del aire y evitar realizar ejercicios y actividades al aire libre (R.M. N°181-2016-MINAM). Sin embargo, ninguna entidad pública ni privada realiza investigaciones de este tipo en la ciudad de Juliaca, haciendo a la población vulnerable de contraer enfermedades respiratorias en un futuro. Por otro lado, el valor promedio del INCA según el  $\text{SO}_2$  es superior a lo encontrado por Córdova (2019) en los sectores de Pariachi y Huaycán (Ate-Lima) con una categoría de calidad del aire “buena”.

#### 4.2.2. Índice de calidad del aire según el dióxido de nitrógeno ( $\text{NO}_2$ )

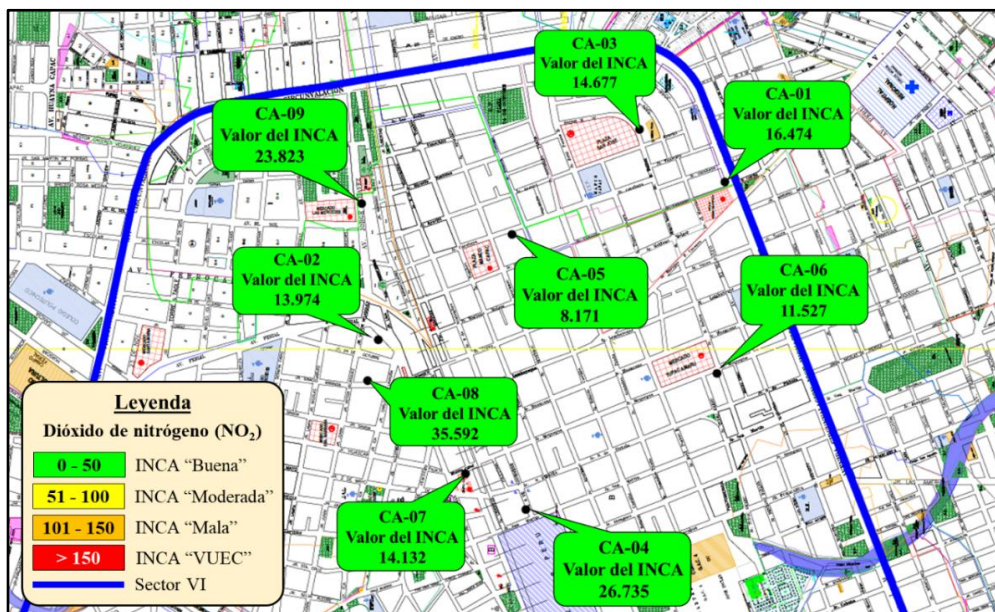


Figura 11. Resultado del índice de calidad de aire según el  $\text{NO}_2$

Fuente: Elaboración propia

En la figura 11, se muestran los resultados de los valores del índice de calidad del aire (INCA) según el dióxido de nitrógeno ( $\text{NO}_2$ ) de cada punto crítico evaluado en la ciudad de Juliaca, en donde se resalta el máximo y mínimo valor del INCA, los cuales fueron 35.592 y 8.171 que pertenecen a los puntos críticos Mercado “Santa Barbara” (CA-08) y Mercado “Manco Cápac” (CA-05) respectivamente. Asimismo, se puede observar que todos los puntos críticos están en el intervalo del INCA de “0-50”, es decir, la calidad del aire es “buena” según el  $\text{NO}_2$ , lo que significa que la calidad del aire es adecuada y no representa un riesgo para la salud.

El valor promedio del INCA de todos los puntos críticos evaluados en la ciudad de Juliaca según el  $\text{NO}_2$  fue 18.345 (ver tabla 24), el cual representa una calidad del aire “buena”, y según la R.M. N°181-2016-MINAM esta en la categoría de una calidad del aire óptima y se puede realizar actividades al aire libre.

#### 4.2.3. Índice de calidad del aire según el monóxido de carbono (CO)

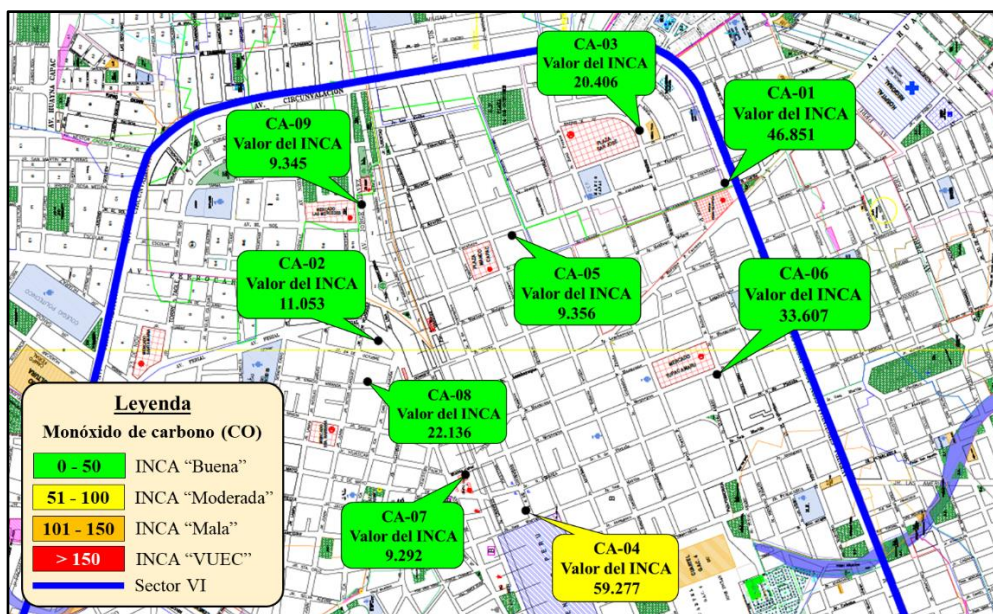


Figura 12. Resultado del índice de calidad de aire según el CO

Fuente: Elaboración propia

En la figura 12, se muestran los resultados de los valores del índice de calidad del aire (INCA) según el monóxido de carbono (CO) de cada punto crítico evaluado en la ciudad de Juliaca, en donde se destaca el máximo y mínimo valor del INCA, los cuales fueron 59.277 y 9.292 que pertenecen a los puntos críticos “Plaza Vea” (CA-04) y “Centro Comercial II” (CA-07) respectivamente. También, se puede observar que todos los puntos críticos están en el intervalo del INCA de “0-50”, el cual representa una calidad de aire “buena” por lo que no representa un riesgo para la salud; excepto en el punto crítico “Plaza Vea” (CA-04) ya que su valor del INCA está en el intervalo de “51-100”, por lo que indica que la calidad de aire es “moderada”, es decir, la población sensible podría experimentar problemas de salud, tal como lo indica la R.M. N°181-2016-MINAM.

El valor promedio del INCA de todos los puntos críticos evaluados en la ciudad de Juliaca según el CO fue 24.592 (ver tabla 24), el cual representa una calidad del aire “buena”, es decir, tienen una calidad del aire óptima y se puede realizar actividades al aire libre. Por otro lado, el valor promedio del INCA según el CO es similar a los resultados que obtuvo Córdova (2019) en los sectores de Pariachi y Huaycán.

#### 4.2.4. Índice de calidad del aire según el ozono (O<sub>3</sub>)

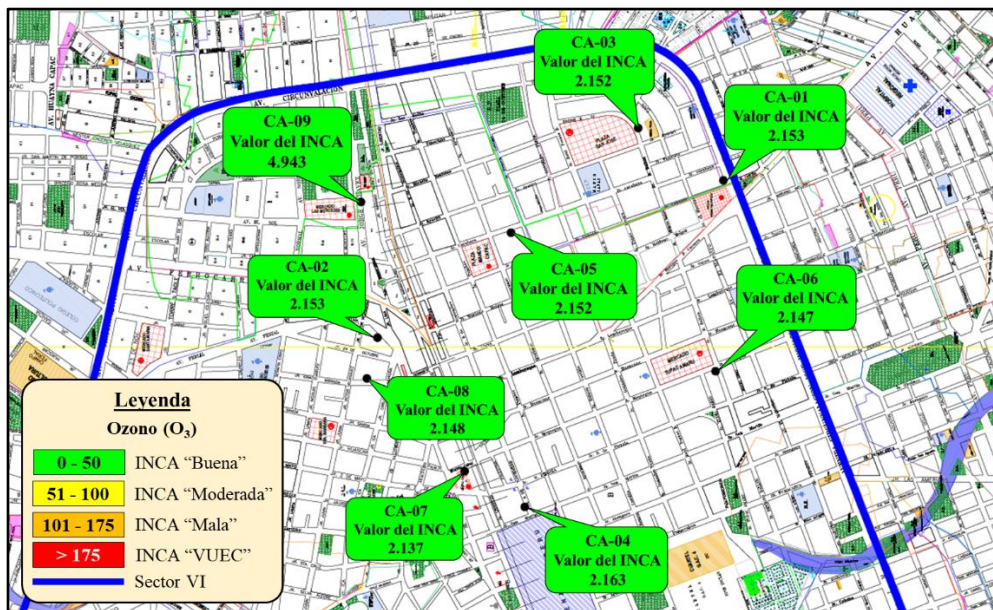


Figura 13. Resultado del índice de calidad de aire según el O<sub>3</sub>

Fuente: Elaboración propia

En la figura 13, se muestran los resultados de los valores del índice de calidad del aire (INCA) según el ozono (O<sub>3</sub>) de cada punto crítico evaluado en la ciudad de Juliaca, en donde se distinguen el máximo y mínimo valor del INCA, los cuales fueron 4.943 y 2.137 que pertenecen a los puntos críticos Mercado “Las Mercedes” (CA-04) y “Centro Comercial II” (CA-07) respectivamente. También se puede observar que en todos los puntos críticos están en el intervalo del INCA de “0-50”, es decir, la calidad de aire se encuentra en la categoría “buena” según el O<sub>3</sub>.

El valor promedio del INCA de todos los puntos críticos evaluados en la ciudad de Juliaca según el O<sub>3</sub> fue 2.461 (ver tabla 24), lo que significa que la calidad del aire es “buena”, por lo tanto, no representa un riesgo para la salud; según la R.M. N° 181-2016-MINAM la calidad de aire es óptima y se puede realizar actividades al aire libre.

- **Contrastación de hipótesis de investigación**

El contraste de la hipótesis se realizó mediante la distribución t-Student (ver anexo 10), para ello, cada contaminante tiene su hipótesis de investigación (Hi) y una hipótesis nula (Ho), descrita en la tabla 23.

Tabla 23

*Planteamiento de la hipótesis (Índice de calidad de aire)*

Hipótesis	SO <sub>2</sub>	NO <sub>2</sub>	CO	O <sub>3</sub>
Hi	I(SO <sub>2</sub> ) ≤ 100	I(NO <sub>2</sub> ) ≤ 100	I(CO) ≤ 100	I(O <sub>3</sub> ) ≤ 100
Ho	I(SO <sub>2</sub> ) > 100	I(NO <sub>2</sub> ) > 100	I(CO) > 100	I(O <sub>3</sub> ) > 100

Fuente: Elaboración propia

Donde: Hi = Hipótesis de investigación

Ho= Hipótesis nula

La determinación del estadístico de prueba, es decir, para hallar el valor de la t-calculada (t<sub>c</sub>) se utilizó la siguiente fórmula.

$$t_c = \frac{\bar{x} - \mu}{\frac{s}{\sqrt{n}}}$$

Donde:

t<sub>c</sub>: t-calculada

n: tamaño de muestra

$\bar{x}$ : Promedio

$\mu$ : Media (valor óptimo del INCA)

s: Desviación estándar

Para el establecimiento de la regla de decisión con un nivel de significancia ( $\alpha = 0.05$ ), se tuvo como valor crítico a la t-tabulada (t), la cual es  $t_{(0.95,8)} = -1.860$ , por lo que se tiene:

- Si  $t_c > -1.860$ , no se rechaza la  $H_0$
- Si  $t_c \leq -1.860$ , se rechaza la  $H_0$

Según los cálculos de los índices de calidad del aire se pudo obtener los datos necesarios para calcular el estadístico de prueba con la t-calculada ( $t_c$ ).

Tabla 24

*Resultado del estadístico de prueba t-Student (Índice de calidad del aire)*

Contaminantes criterio	SO <sub>2</sub>	NO <sub>2</sub>	CO	O <sub>3</sub>
Promedio ( $\bar{x}$ )	102.615	18.345	24.592	2.461
Desviación estándar (s)	0.3181	8.6723	18.3211	0.9308
Media ( $\mu$ )	100	100	100	100
Tamaño de muestra (n)	9	9	9	9
$t_c$	24.66	-28.25	-12.35	-314.38

Fuente: Elaboración propia

Donde:  $t_c$  = t calculada (ver anexo 10)

Conforme a la prueba de hipótesis de la distribución t-Student, se encontró que la t-calculada es menor o igual que la t-tabulada para el NO<sub>2</sub>, CO y O<sub>3</sub>, esto indica que se rechaza la hipótesis nula ( $H_0$ ), por lo que existen suficientes evidencias estadísticas con un nivel de significancia ( $\alpha = 0.05$ ), para afirmar que el valor del índice de calidad del aire son menores o iguales a 100, es decir, la calidad del aire es óptima, el cual indica que está en la categoría “Buena” o “Moderada”; por otro lado, para el SO<sub>2</sub> se obtuvo la t-calculada mayor a la t-tabulada, esto indica que no se rechaza la hipótesis nula ( $H_0$ ) y se puede afirmar que el valor del índice de calidad del aire es mayor a 100, el cual hace referencia que está en la categoría “Mala” o en el valor umbral del estado de cuidado “VUEC”.

## CAPÍTULO V

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 5.1. Conclusiones

Los niveles de concentración de dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>), dióxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>), monóxido de carbono (CO) y ozono (O<sub>3</sub>) en puntos críticos de la ciudad de Juliaca son: 20.523 µg/m<sup>3</sup>, 36.690 µg/m<sup>3</sup>, 2459.157 µg/m<sup>3</sup> y 2.953 µg/m<sup>3</sup> respectivamente; en donde el NO<sub>2</sub>, CO y O<sub>3</sub> presentan una concentración aceptable, a excepción de SO<sub>2</sub> que está por encima de los 20 µg/m<sup>3</sup> debido al congestionamiento vehicular, el cual representa una concentración no aceptable según el INCA (Perú) y la OMS; cabe señalar que las concentraciones de cada gas se evaluaron en los meses de enero-marzo (época húmeda).

Los valores del índice de calidad del aire (INCA) según los niveles de concentración de SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, CO y O<sub>3</sub> en puntos críticos de la ciudad de Juliaca son: 102.615, 18.345, 24.592 y 2.461 respectivamente, donde los gases de NO<sub>2</sub>, CO y O<sub>3</sub> se encuentran en el intervalo del INCA “0-50”, el cual representa una calidad del aire “buena”, es decir, la calidad de aire es óptima; a diferencia del SO<sub>2</sub> que se encuentra en el intervalo del INCA “101-625” y representa una calidad de aire “mala”.

## 5.2. Recomendaciones

Continuar con la investigación de la calidad del aire según los niveles de concentración de SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, CO y O<sub>3</sub> en puntos críticos de la ciudad de Juliaca en la época seca, para contribuir a la información de la calidad del aire y ver la diferencia entre dichas épocas.

Realizar investigaciones acerca de la calidad de aire en los diferentes sectores de la ciudad de Juliaca según el PDU (2016-2025) con su respectivo mapeo de los sectores evaluados para conocer cuáles son los niveles de concentración y coloración del índice de calidad de aire de los contaminantes como SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, CO, O<sub>3</sub> y otros parámetros de acuerdo a la normativa peruana.

Mejorar la gestión de las entidades públicas para la adquisición de equipos de monitoreo de calidad de aire y personal calificado para su manejo con la finalidad de atender a las denuncias de los ciudadanos con respecto al deterioro del componente ambiental aire.

Tomar en cuenta la propuesta establecida para la mejora de la calidad de aire en los puntos críticos evaluados de la ciudad de Juliaca (ver anexo 11); el cual consiste en desarrollar programas de “Sensibilización y capacitación ambiental”, “Un día sin auto y sin moto”, “Transporte sostenible y no motorizado”, “Jardinería vertical o techos verdes”, y “Hora pico y placa” con el fin de mantener los niveles de concentración de NO<sub>2</sub>, CO y O<sub>3</sub> en la categoría del índice de calidad del aire “buena”, y por otro lado reducir los niveles de concentración de SO<sub>2</sub> para que su índice de calidad del aire cambie de “mala” a “buena”.



## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agenda de la construcción Sostenible. (2019). *Ozono troposférico (español)* [YouTube]. Recuperado de <https://www.youtube.com/watch?v=n-II5glyKIA>
- Amaya, D. (2017). *Determinación de la calidad del aire de la población aledaña a la planta Qroma, Ñaña* (tesis de pregrado). Universidad Nacional Tecnológica de Lima Sur. Perú.
- AMBI. (2020). Ingeniería Ambiental AMBI – Tu canal ambiental. *¡Cuídate de la contaminación! Enfermedades que ocasiona*. Perú
- ATSDR (2016). Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades. *Resúmenes de salud pública - monóxido de carbono (Carbon Monoxide)*. Recuperado de [https://www.atsdr.cdc.gov/es/phs/es\\_phs201.html](https://www.atsdr.cdc.gov/es/phs/es_phs201.html)
- Bedoya, J. y Martínez, E. (2009). Calidad del aire en el valle de Aburrá Antioquia – Colombia. *Rev. Dyna Universidad Nacional de Colombia*, 76(158), 7-15.
- Calsin, M. (2019). *Determinación de los agentes contaminantes en la calidad ambiental del aire generados por la quema de las ladrilleras artesanales en la comunidad de Esquen Tariachi-Juliaca 2017* (tesis de pregrado). Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez, Juliaca - Perú.
- Carranza, R. (2001), *Medio Ambiente – Calidad del aire*. Universidad Nacional del Callao. Perú.
- Cepei. (2018). ONU Medio Ambiente. *Gobernanza Ambiental la Agenda 2030. Avances y buenas prácticas en América Latina y el Caribe*. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. Ciudad de Panamá. Panamá.
- CEUPE. (2020). Centro Europeo de Postgrado. *La dispersión de los contaminantes*. Recuperado de <https://www.ceupe.com/blog/la-dispersion-de-los-contaminantes.html>
- Constitución Política del Perú [Const] Art. 2 y 7, 29 de diciembre de 1993.
- Córdova, J. (2019). *Índice de la calidad de aire de combustión del monóxido de carbono y dióxido de azufre del flujo vehicular en Pariachi y Huaycán* (tesis de pregrado). Universidad Peruana Unión. Lima – Perú.
- Cuesta, A., Gonzales, C., Velasco, M. y Aristizábal, B. (2018). Distribución espacial de concentraciones de SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub> y O<sub>3</sub> en el aire, ambiente de Manizales. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*, 34(3), 489-504. Recuperado de [:<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=37057103011>](http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=37057103011) ISSN 0188-4999

- D.S. N° 003 – 2017 – MINAM. (2017). Ministerio del ambiente. Perú. *Aprueban estándares de calidad ambiental (ECA) para aire y establecen disposiciones complementarias*. Recuperado de <file:///C:/Users/HP/Downloads/ds-003-2017-minam.pdf>
- D.S. N° 010 – 2019 – MINAM. (2019). Ministerio del ambiente. Perú. *Aprueba el protocolo nacional de monitoreo de la calidad ambiental del aire*. Recuperado de <https://sinia.minam.gob.pe/normas/decreto-supremo-que-aprueba-protocolo-nacional-monitoreo-calidad>
- Encinas, M. (2011). *Medio ambiente y contaminación. Principios básicos*. 1era Edición. Editorial. Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International. Recuperado de <https://addi.ehu.es/bitstream/handle/10810/16784/Medio%20Ambiente%20y%20Contaminaci%C3%B3n.%20Principios%20b%C3%A1sicos.pdf?sequence=6>
- Fernández, F. (2005). Contaminación atmosférica y calidad del aire en Madrid: análisis de las concentraciones de SO<sub>2</sub>, CO, NO<sub>2</sub>, Ozono y PM<sub>10</sub> (1980 – 2003). Consejo Superior de Investigaciones Científicas. *Revista estudios geográficos*, LXVI (259), 507-532. Recuperado de <http://estudiosgeograficos.revistas.csic.es>
- Green, J., y Sánchez, S. (2012). *La calidad del aire en América Latina: Una visión panorámica*. USA: Clear air institute. Recuperado de [https://www.minambiente.gov.co/images/AsuntosambientalesySectorialyUrbana/pdf/contaminacion\\_atmosferica/La\\_Calidad\\_del\\_Aire\\_en\\_Am%C3%A9rica\\_Latina.pdf](https://www.minambiente.gov.co/images/AsuntosambientalesySectorialyUrbana/pdf/contaminacion_atmosferica/La_Calidad_del_Aire_en_Am%C3%A9rica_Latina.pdf)
- Hernández, R., y Mendoza, C. (2018). *Metodología de la investigación: Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. 1era Edición. México. Editorial. McGraw-Hill Interamericana Editores, S.A. de C.V.
- IDEAM. (2012). *Anexo12 - Evaluación de los criterios que actualmente utiliza el DAMA para la elaboración del índice bogotano de calidad del aire de Bogotá (IBOCA)*. Auditoría a la red de monitoreo de calidad del aire de Bogotá.
- INAGEP (2020). Instituto Autónomo de Gestión Pública. *Programa de especialización en monitoreo de aire*. Recuperado de [https://drive.google.com/file/d/1NgdQ3MI-Rom8\\_4vA0iVUjWt9UcI-3-cF/view](https://drive.google.com/file/d/1NgdQ3MI-Rom8_4vA0iVUjWt9UcI-3-cF/view)

- INEI. (2018-2020). Instituto Nacional de Estadística e Informática del Perú. *Estimaciones y proyecciones de población por departamento, provincia y distrito*. Boletín especial N° 26. Recuperado de [https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones\\_digitales/Est/Lib1715/libro.pdf](https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1715/libro.pdf)
- Instituto para la Salud Geo ambiental. (2013). *El dióxido de azufre SO<sub>2</sub>*. Recuperado de <https://www.saludgeoambiental.org/dioxido-azufre-so2>
- Jaramillo, M., González, D., Núñez, M., y Portilla, G. (2009). Índice integrado de calidad del aire para ciudades colombianas. *Revista Facultad de Ingeniería Universidad de Antioquia*, 1(48), 97-106. Recuperado de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=43016337010>
- Luna, A., Talavera, A., y Cano, L. (2017). Uso de sensores electroquímicos de bajo costo para el monitoreo de la calidad del aire en el distrito de San Isidro - Lima – Perú. *Documento de Discusión CIUP - DD1705*. Departamento de Ingeniería, Universidad del Pacífico Lima, Perú
- Mateos, A., Amarillo, A., Tavera, I., y Gonzales, C. (2018). Evaluación espacial y temporal de la contaminación por SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub> y CO en la ciudad de Córdoba. *Revista Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 5(2), 47-49.
- MAVDT. (2008). Ministerio de ambiente, vivienda y desarrollo territorial. *Protocolo para el monitoreo y seguimiento de la calidad del aire. Manual de operación de sistemas de vigilancia de la calidad del aire*. Bogotá. Colombia.
- MAVDT. (2010). Ministerio de ambiente, vivienda y desarrollo territorial. *Protocolo para el monitoreo y seguimiento de la calidad del aire. Manual de diseño de sistemas de vigilancia de la calidad del aire*. Bogotá. Colombia.
- Medioambiente y Sostenibilidad. (2019). *Información de calidad del aire – Contaminantes atmosféricos químicos*. Recuperado de <https://www.zaragoza.es/sede/portal/medioambiente/calidad-aire/informacion/>
- Mendoza, M. (2014). *Valoración de contaminantes del aire generada por fuentes móviles para la gestión de la calidad del aire en el mercado de Tacna, 2011-2012* (tesis de maestría). Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann – Tacna, Perú.

- Méndez, J. A. (2014). *Calidad del aire Alajuela*. Ingeniería Salud Ocupacional y Ambiente de la Universidad Técnica Nacional. Recuperado de <http://repositorio.utn.ac.cr/bitstream/handle/123456789/134/Vapores%20org%20c3%a1nicos-%20Alajuela%202013.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- MINAM. (2014). Ministerio del Ambiente. *Informe nacional de la calidad del aire 2013 - 2014*. Recuperado de [minam.gob.pe/wp-content/uploads/2016/07/Informe-Nacional-de-Calidad-del-Aire-2013-2014.pdf](http://minam.gob.pe/wp-content/uploads/2016/07/Informe-Nacional-de-Calidad-del-Aire-2013-2014.pdf)
- MINAM-EDUCCA. (2009). Ministerio del Ambiente – Educación, Cultura y Ciudadanía Ambiental. *Aire limpio para todos*. Recuperado de <https://siar.regionjunin.gob.pe/sites/default/files/archivos/public/docs/430.pdf>
- Ministerio del medio ambiente. (2016). Chile. División de Educación Ambiental y Participación Ciudadana. *Guía de calidad del aire y educación ambiental*. Recuperado de <https://mma.gob.cl/wp-content/uploads/2018/08/Guia-para-Docentes-Sobre-Calidad-del-Aire-003.pdf>
- MINSA. (2014). Ministerio de Salud. Perú. *Análisis de situación de salud 2012*. Recuperado de <http://bvs.minsa.gob.pe/local/MINSA/3358.pdf>
- OEFA. (2015). Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental - MINAM. *Instrumentos básicos para la fiscalización ambiental*.
- Oliva, P. (2017). Calidad del aire en la ciudad de Guatemala. Universidad de San Carlos de Guatemala. *Revista Científica del Instituto de Investigaciones Químicas y Biológicas*, 14(1), 29 - 31. Recuperado de <http://www.revistasguatemala.usac.edu.gt/index.php/qyf/article/view/385/pdf>
- OMS. (2004). Organización Mundial de la Salud. *Guías para la calidad del aire*. Guidelines for Air Quality. Lima - Perú
- OMS. (2016). Organización Mundial de la Salud. *Calidad del aire ambiente (exterior) y salud*. Recuperado de <http://origin.who.int/mediacentre/factsheets/fs313/es/>
- OMS. (2018). Organización Mundial de la Salud. *Calidad del aire y salud*. Recuperado de [https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/ambient-\(outdoor\)-air-quality-and-health](https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/ambient-(outdoor)-air-quality-and-health)

- OMS. (2018). Organización Mundial de la Salud. *Contaminación atmosférica - Departamento de salud pública, medio ambiente y determinantes sociales de la salud*. Recuperado de [https://www.who.int/phe/health\\_topics/outdoorair/es/](https://www.who.int/phe/health_topics/outdoorair/es/)
- OPS. (2016). Organización Panamericana de la Salud. *Contaminación del aire ambiental*. Recuperado de [https://www.paho.org/hq/index.php?option=com\\_content&view=article&id=12918:ambient-air-pollution&Itemid=72243&lang=es](https://www.paho.org/hq/index.php?option=com_content&view=article&id=12918:ambient-air-pollution&Itemid=72243&lang=es)
- Pacori, E., y Pacori A. (2019). *Metodología y diseño de la investigación científico*. Juliaca, Perú. Editorial: FFECAAT.
- PDU. (2016 - 2025). *Plan de desarrollo urbano de la ciudad de Juliaca*. Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. Recuperado de <http://eudora.vivienda.gob.pe/OBSERVATORIO/documentos/PDU/Juliaca/4%20Volu%20men%20-%20Resumen%20Ejecutivo%20PDU%20Juliaca.pdf>
- Pérez, M. S., Pérez, I. S., Antonio, J., y Navalpotro, S. (2017). Planificación, gestión y protección de la calidad del aire en España. *Revista Observatorio medio ambiental*, 20 (1), 319–351. Recuperado de <http://dx.doi.org/10.5209/OBMD.57955>
- PRAA Puno. (2013). *Plan regional de acción ambiental Puno 2014 al 2021*. Gobierno regional Puno. Recuperado de <http://www.regionpuno.gob.pe/descargas/planes/2014-PLANREGIONAL-DE-ACCION-AMBIENTAL-PUNO-2014-AL-2021.pdf>
- Quispe, K., Ñique, M., y Chuquilin, E. (2015). Líquenes como bioindicadores de la calidad del aire en la ciudad de tingo maría, Perú. *Revista Investigación y Amazonía*, 3(2), 99-104.
- R.M. N° 181 – 2016 – MINAM. (2016). Ministerio del Ambiente. Perú, *Índice de Calidad del Aire*. Recuperado de <http://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2016/07/RM-N%C2%B0-181-2016-MINAM.pdf>
- R.M. N° 297 – 2015 – MINAM. (2015). Ministerio del Ambiente. Perú, *Plan de Acción para la mejora de la calidad del aire en la zona de atención prioritaria de la Cuenca Atmosférica de Puno*. Recuperado de <https://sinia.minam.gob.pe/normas/plan-accion-mejora-calidad-aire-zona-atencion-prioritaria-cuenca-9>

- R.M. N° 302 – 2015 – MINAM. (2015). Ministerio del Ambiente. Perú, *Plan de Acción para la mejora de la calidad del aire en la zona de atención prioritaria de la Cuenca Atmosférica de San Román*. Recuperado de <https://sinia.minam.gob.pe/normas/plan-accion-mejora-calidad-aire-zona-atencion-prioritaria-cuenca-4>
- Requena, A., Quintanilla, R., Bolarín, J., Bastida, M. A., y Zúñiga, J. (2012). *Nuevas Tecnologías y Contaminación de Atmósferas, para PYMEs – Óxidos de carbono*. Universidad de Murcia. España. Recuperado de <https://www.um.es/LEQ/Atmosferas/Ch-II-1/F21s1p3.htm#:~:text=Mon%C3%B3xido%20de%20Carbono%3A%20Es%20un,impidiendo%20el%20transporte%20de%20ox%C3%ADgeno>.
- Risctox, L. (2010). Compuestos orgánicos volátiles (COV). Fundación estatal para la prevención de riesgos laborales, F.S.P. Ministerio de trabajo, migraciones y seguridad rosasocial. España. Recuperado de <https://risctox.istas.net/index.asp?idpagina=621>
- Salcido, A., Celada, A., Tamayo, G., Hernández, N., Carreón, S., Martínez, M., Colin, A., Solano, H., Salcido, A., y Gaspar, J. (2019). Calidad del aire y monitoreo atmosférico. *Revista Digital Universitaria*, 20 (3), 1-9.
- Trelles, R. (2018). *Determinación del material particulado (PM10 y PM 2.5), dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>), dióxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>) y monóxido de carbono (CO) En el distrito de Ocoruro-Provincia Espinar Región Cusco* (tesis de pregrado). Universidad Nacional de San Agustín, Arequipa - Perú.
- Valdivia, F. (2017). *Determinación del material particulado, dióxido de azufre y monóxido de carbono en el centro poblado el Arenal – Islay* (tesis de pregrado). Universidad Nacional de San Agustín. Arequipa - Perú. Recuperado de <http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/2432>
- Verde, S. (2020). *La atmosfera: composición y estructura*. Recuperado de <https://elblogverde.com/la-atmosfera-composicion-y-estructura/>

# **ANEXOS**

# **Anexo 1**

## **Registro fotográfico**



**ESTACIÓN DE MONITOREO CA-01 (Enero)**



**Mercado “Pedro Vilcapaza”**

**Descripción:** Instalación de punto de muestreo CA-01, en la azotea de una casa al frente del mercado “Pedro Vilcapaza”.

**Fecha:** 16/01/2021  
**Hora inicio:** 07:00  
**Hora final:** 06:00

**Coordenadas UTM-WGS84**

**Zona:** 19L  
**Este:** 379327  
**Norte:** 8287789  
**Altitud:** 3823 msnm

**ESTACIÓN DE MONITOREO CA-02 (Enero)**



**Centro comercial III**

**Descripción:** Instalación de punto de muestreo CA-02, en la azotea de una casa de la Laguna Temporal (CC-III).

**Fecha inicio:** 17/01/2021  
**Hora inicio:** 08:15  
**Hora final:** 07:15

**Coordenadas UTM-WGS84**

**Zona:** 19L  
**Este:** 378223  
**Norte:** 8287287  
**Altitud:** 3821 msnm

**ESTACIÓN DE MONITOREO CA-03 (Enero)**



**Plaza “San José”**

**Descripción:** Instalación de punto de muestreo CA-03, en la azotea de una casa al frente de la plaza “San José”

**Fecha inicio:** 18/01/2021  
**Hora inicio:** 09:00  
**Hora final:** 08:00

**Coordenadas UTM-WGS84**

**Zona:** 19L  
**Este:** 379055  
**Norte:** 8287956  
**Altitud:** 3823 msnm

**ESTACIÓN DE MONITOREO CA-04 (Enero)**



**Plaza Vea**

**Descripción:** Instalación de punto de muestreo CA-04, en la azotea de una casa a lado de Plaza Vea.

**Fecha inicio:** 19/01/2021

**Hora inicio:** 09:00

**Hora final:** 08:00

**Coordenadas UTM-  
WGS84**

**Zona:** 19L

**Este:** 378693

**Norte:** 8286747

**Altitud:** 3826 msnm

**ESTACIÓN DE MONITOREO CA-05 (Enero)**



**Mercado “Manco Cápac”**

**Descripción:** Instalación de punto de muestreo CA-05, en la azotea de una en Jr. Carabaya (Mercado Manco Cápac)

**Fecha inicio:** 20/01/2021

**Hora inicio:** 09:00

**Hora final:** 08:00

**Coordenadas UTM-  
WGS84**

**Zona:** 19L

**Este:** 378649

**Norte:** 8287622

**Altitud:** 3825 msnm

**ESTACIÓN DE MONITOREO CA-06 (Enero)**



**Mercado “Tupac Amaru”**

**Descripción:** Instalación de punto de muestreo CA-06, en la azotea de una casa al frente del mercado “Tupac Amaru”.

**Fecha inicio:** 21/01/2021

**Hora inicio:** 09:00

**Hora final:** 08:00

**Coordenadas UTM-  
WGS84**

**Zona:** 19L

**Este:** 379302

**Norte:** 8287180

**Altitud:** 3824 msnm

**ESTACIÓN DE MONITOREO CA-07 (Enero)**



**Centro Comercial II**

**Descripción:** Instalación de punto de muestreo CA-07, en el Centro Comercial II.

**Fecha inicio:** 22/01/2021

**Hora inicio:** 09:00

**Hora final:** 08:00

**Coordenadas UTM-WGS84**

**Zona:** 19L

**Este:** 378501

**Norte:** 8286861

**Altitud:** 3822 msnm

**ESTACIÓN DE MONITOREO CA-08 (Enero)**



**Mercado "Santa Barbara"**

**Descripción:** Instalación de punto de muestreo CA-08, en la azotea de una casa en Jr. Ignacio Miranda (Santa Barbara).

**Fecha inicio:** 23/01/2021

**Hora inicio:** 09:00

**Hora final:** 08:00

**Coordenadas UTM-WGS84**

**Zona:** 19L

**Este:** 378189

**Norte:** 8287157

**Altitud:** 3821 msnm

**ESTACIÓN DE MONITOREO CA-09 (Enero)**



**Mercado "Las Mercedes"**

**Descripción:** Instalación de punto de muestreo CA-09, En la azotea de una casa al frente de mercado "Las Mercedes" (Dominical).

**Fecha inicio:** 24/01/2021

**Hora inicio:** 09:00

**Hora final:** 08:00

**Coordenadas UTM-WGS84**

**Zona:** 19L

**Este:** 378170

**Norte:** 8287720

**Altitud:** 3826 msnm

**ESTACIÓN DE MONITOREO CA-01 (Marzo)**



**Mercado “Pedro Vilcapaza”**

**Descripción:** Instalación de punto de muestreo CA-01, en la azotea de una casa al frente del mercado “Pedro Vilcapaza”.

**Fecha:** 05/03/2021

**Hora inicio:** 16:00

**Hora final:** 16:00

**Coordenadas UTM- WGS84**

**Zona:** 19L

**Este:** 379327

**Norte:** 8287789

**Altitud:** 3823 msnm

**ESTACIÓN DE MONITOREO CA-02 (Marzo)**



**Centro comercial III**

**Descripción:** Instalación de punto de muestreo CA-02, en la azotea de una casa de la Laguna Temporal (CC-III).

**Fecha inicio:** 12/03/2021

**Hora inicio:** 16:00

**Hora final:** 16:00

**Coordenadas UTM- WGS84**

**Zona:** 19L

**Este:** 378223

**Norte:** 8287287

**Altitud:** 3821 msnm

**ESTACIÓN DE MONITOREO CA-03 (Marzo)**



**Plaza “San José”**

**Descripción:** Instalación de punto de muestreo CA-03, en la azotea de una casa al frente de la plaza “San José”

**Fecha inicio:** 07/03/2021

**Hora inicio:** 16:00

**Hora final:** 16:00

**Coordenadas UTM- WGS84**

**Zona:** 19L

**Este:** 379055

**Norte:** 8287956

**Altitud:** 3823 msnm

**ESTACIÓN DE MONITOREO CA-04 (Marzo)**



**Plaza Veá**

**Descripción:** Instalación de punto de muestreo CA-04, en la azotea de una casa a lado de Plaza Veá.

**Fecha inicio:** 08/03/2021

**Hora inicio:** 16:00

**Hora final:** 16:00

**Coordenadas UTM-  
WGS84**

**Zona:** 19L

**Este:** 378693

**Norte:** 8286747

**Altitud:** 3826 msnm

**ESTACIÓN DE MONITOREO CA-05 (Marzo)**



**Mercado “Manco Cápac”**

**Descripción:** Instalación de punto de muestreo CA-05, en la azotea de una en Jr. Carabaya (Mercado Manco Cápac)

**Fecha inicio:** 13/03/2021

**Hora inicio:** 16:00

**Hora final:** 16:00

**Coordenadas UTM-  
WGS84**

**Zona:** 19L

**Este:** 378649

**Norte:** 8287622

**Altitud:** 3825 msnm

**ESTACIÓN DE MONITOREO CA-06 (Marzo)**



**Mercado “Tupac Amaru”**

**Descripción:** Instalación de punto de muestreo CA-06, en la azotea de una casa al frente del mercado “Tupac Amaru”.

**Fecha inicio:** 10/03/2021

**Hora inicio:** 16:00

**Hora final:** 16:00

**Coordenadas UTM-  
WGS84**

**Zona:** 19L

**Este:** 379302

**Norte:** 8287180

**Altitud:** 3824 msnm

**ESTACIÓN DE MONITOREO CA-07 (Marzo)**



**Centro Comercial II**

**Descripción:** Instalación de punto de muestreo CA-07, en el Centro Comercial II.

**Fecha inicio:** 11/03/2021

**Hora inicio:** 16:00

**Hora final:** 16:00

**Coordenadas UTM-WGS84**

**Zona:** 19L

**Este:** 378501

**Norte:** 8286861

**Altitud:** 3822 msnm

**ESTACIÓN DE MONITOREO CA-08 (Marzo)**



**Mercado "Santa Barbara"**

**Descripción:** Instalación de punto de muestreo CA-08, en la azotea de una casa en Jr. Ignacio Miranda (Santa Barbara).

**Fecha inicio:** 06/03/2021

**Hora inicio:** 16:00

**Hora final:** 16:00

**Coordenadas UTM-WGS84**

**Zona:** 19L

**Este:** 378189

**Norte:** 8287157

**Altitud:** 3821 msnm

**ESTACIÓN DE MONITOREO CA-09 (Marzo)**



**Mercado "Las Mercedes"**

**Descripción:** Instalación de punto de muestreo CA-09, En la azotea de una casa al frente de mercado "Las Mercedes" (Dominical).

**Fecha inicio:** 09/03/2021

**Hora inicio:** 16:00

**Hora final:** 16:00

**Coordenadas UTM-WGS84**

**Zona:** 19L

**Este:** 378170

**Norte:** 8287720

**Altitud:** 3826 msnm

**Anexo 2**  
**Certificado de calibración – Rotámetro**

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

### N° PL - FV184 - 20 - 10

1. **CLIENTE:** E & L ENVIRONMENTAL CONSULTING SERVICES S.R.L.
2. **DATOS DEL EQUIPO:**  
**INSTRUMENTO CALIBRADO:** ROTÁMETRO  
**MARCA:** DWYER **INTERVALO DE INDICACIÓN:** 0,2 L/min a 1,2 L/min  
**MODELO:** MMA-20 **RESOLUCIÓN:** 0,1 L/min  
**SERIE:** NO INDICA **ETIQUETA DE CALIBRACIÓN:** 00277  
**CÓD. INTERNO:** EL/RO/07
3. **LUGAR DE CALIBRACIÓN:** Lab. Metrología de Paz Laboratorios S.R.L.
4. **FECHA DE CALIBRACIÓN:** 2020-10-23
5. **CONDICIONES AMBIENTALES:**

	TEMPERATURA	HUMEDAD RELATIVA
INICIAL	19,9 °C	53,1 %HR
FINAL	20,2 °C	53,4 %HR

6. **PROCEDIMIENTOS UTILIZADOS:**  
 Procedimiento interno para la calibración de rotámetros. PL-PR-FV-05

7. **PATRONES UTILIZADOS:**

EQUIPO	MARCA/MODELO	SERIE/CÓD..	N° CERTIFICADO
Termohigrómetro	VAISALA / HMT333	R1210681	TE-268-2020
Medidor de Flujo	TSI / 4143 F	41431728002	OHLF363-180920

8. **RESULTADOS DE MEDICIÓN:**

Puntos	Patrón (L/min)	Instrumento (L/min)	Corrección (L/min)	Incertidumbre (L/min)
1	0,28	0,2	0,08	0,06
2	0,70	0,6	0,10	0,06
3	1,31	1,2	0,11	0,06

9. **OBSERVACIONES:**

Este certificado de calibración es trazable a LO JUSTO S.A.C., INACAL y OCCUPATIONAL HYGIENE LABORATORY S.A.C. (OH LAB).

Los resultados reportados en este certificado son válidos solo para el equipo de medición calibrado en las condiciones y momento en que se realizó la calibración.

La incertidumbre expandida de medición reportada es la incertidumbre estándar de medición multiplicada por el factor de cobertura  $k=2$  de modo que la probabilidad de cobertura corresponde aproximadamente a un nivel de confianza del 95%.

Los certificados de calibración de PAZ LABORATORIOS son únicamente válidos si cuentan con el sello de agua y las firmas del Gerente General y el Responsable del Laboratorio de Metrología.

PAZ LABORATORIOS S.R.L. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado del instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados aquí declarados.

La difusión del presente certificado debe ser de forma completa y sin modificaciones. Cualquier cambio del certificado requiere la autorización de PAZ LABORATORIOS.

Arequipa, 23 de Octubre de 2020

FIN DEL DOCUMENTO

  
 Erwin Edgardo Paz Gonzales

  
 Yessenia Yurissi Gonzales Gonzales  
 METROLOGO RESPONSABLE  
 PAZ LABORATORIOS S.R.L.





**Anexo 3**  
**Certificado de calibración – Estación**  
**meteorológica**

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
**PL-ME049-20-3**

1. **SOLICITANTE:** E & L ENVIRONMENTAL CONSULTING SERVICES S.R.L.
2. **DIRECCIÓN DEL CLIENTE:** Cal. Zela Nro. 603A (Cerca a Plaza de Yanahuara), Yanahuara - Arequipa
3. **INSTRUMENTO:** ESTACIÓN METEOROLÓGICA  
 MARCA: DAVIS INSTRUMENTS IDENTIFICACIÓN: EL/EM/02  
 MODELO: VANTAGE PRO 2 INTERVALO DE INDICACIÓN: 0 % H.R. a 100 % H.R.  
 SERIE: AM140115012 RESOLUCIÓN: 1 % H.R.
4. **LUGAR DE CALIBRACIÓN:** Lab. Metrología de Paz Laboratorios S.R.L.
5. **FECHA DE CALIBRACIÓN:** 2020-03-05
6. **ETIQUETA DE CALIBRACIÓN:** 00189
7. **ORDEN DE TRABAJO:** CAL-0276-2020-3
8. **PROCEDIMIENTO UTILIZADO:**

Procedimiento interno para la calibración de medidores de condiciones ambientales de temperatura y humedad PL-PR-ME-02.

**9. PATRONES DE REFERENCIA UTILIZADOS:**

TRAZABILIDAD	INSTRUMENTO	N° CERTIFICADO
PATRONES DE REFERENCIA DE LO JUSTO S.A.C.	TERMOHIGRÓMETRO HOBO/UX-100-011A	TE-253-2020

**10. CONDICIONES AMBIENTALES:**

Temperatura (°C)				Humedad Relativa (%HR)			
Inicio	20,3	Final	20,3	Inicio	52,3	Final	52,6

**11. RESULTADOS DE CALIBRACIÓN:**

H.C.V. (% H.R.)	Lectura del instrumento (% H.R.)	Corrección (% H.R.)	Incertidumbre (% H.R.)
17,9	19,3	-1,5	3,1
54,2	55,3	-1,1	3,1
76,2	74,7	1,6	3,1

Humedad Convencionalmente Verdadera (H.V.C.)=Indicación del equipo + corrección

**12. OBSERVACIONES:**

La incertidumbre expandida declarada en el presente certificado ha sido estimada siguiendo la "Guía para la expresión de la incertidumbre de medida" primera edición, septiembre 2008 CEM.

PAZ LABORATORIOS no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado del instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados aquí declarados.

Los resultados reportados en este certificado son válidos solo para el equipo de medición calibrado en las condiciones y momento en que se realizó la calibración.

Los certificados de calibración de PAZ LABORATORIOS S.R.L. son únicamente validos si cuentan con el sello de agua y las firmas del Representante Legal y el Jefe de Laboratorio de Metrología.

Arequipa, 5 de marzo de 2020

**FIN DEL DOCUMENTO**

  
**Edwin Edgardo Paz Gonzales**  
 REPRESENTANTE LEGAL


  
**Jesus Eduardo Cheya Bustincio**  
 Jefe de Laboratorio de Metrología  
 PAZ LABORATORIOS S.R.L.

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
**PL-ME050-20-3**

1. **SOLICITANTE:** E & L ENVIRONMENTAL CONSULTING SERVICES S.R.L.
2. **DIRECCIÓN DEL CLIENTE:** Cal. Zela Nro. 603A (Cerca a Plaza de Yanahuara), Yanahuara - Arequipa
3. **INSTRUMENTO:** ESTACIÓN METEOROLÓGICA  
 MARCA: DAVIS INSTRUMENTS IDENTIFICACIÓN: EL/EM/02  
 MODELO: VANTAGE PRO 2 INTERVALO DE INDICACIÓN: -40 °C a 65 °C  
 SERIE: AM140115012 RESOLUCIÓN: 0,1 °C
4. **LUGAR DE CALIBRACIÓN:** Lab. Metrología de Paz Laboratorios S.R.L.
5. **FECHA DE CALIBRACIÓN:** 2020-03-05
6. **ETIQUETA DE CALIBRACIÓN:** 00189
7. **ORDEN DE TRABAJO:** CAL-0276-2020-3
8. **PROCEDIMIENTO UTILIZADO:**

Procedimiento interno para la calibración de medidores de condiciones ambientales de temperatura y humedad PL-PR-ME-02.

**9. PATRONES DE REFERENCIA UTILIZADOS:**

TRAZABILIDAD	INSTRUMENTO	N° CERTIFICADO
PATRONES DE REFERENCIA DE LO JUSTO S.A.C.	TERMOHIGRÓMETRO VAISALA/HMT330	TE-268-2020
TRACEABLE TO PATTERNS MEASUREMENT OF NATIONAL PHYSICAL LABORATORY	TERMÓMETRO ETI / PT100	160719/N26

**10. CONDICIONES AMBIENTALES:**

Temperatura (°C)				Humedad Relativa (%HR)			
Inicio	20,6	Final	20,4	Inicio	58,6	Final	59,1

**11. RESULTADOS DE CALIBRACIÓN:**

T.C.V. (°C)	Lectura del instrumento (°C)	Corrección (°C)	Incertidumbre (°C)
9,9	10,1	-0,2	2,6
20,0	20,1	-0,1	2,6
29,8	29,8	0,0	2,6

Temperatura Convencionalmente Verdadera (T.V.C.)=Indicación del equipo + corrección

**12. OBSERVACIONES:**

La incertidumbre expandida declarada en el presente certificado ha sido estimada siguiendo la "Guía para la expresión de la incertidumbre de medida" primera edición, septiembre 2008 CEM.

PAZ LABORATORIOS no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado del instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados aquí declarados.

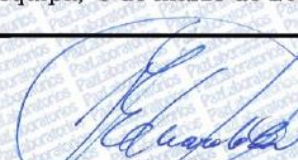
Los resultados reportados en este certificado son válidos solo para el equipo de medición calibrado en las condiciones y momento en que se realizó la calibración.

Los certificados de calibración de PAZ LABORATORIOS S.R.L. son únicamente válidos si cuentan con el sello de agua y las firmas del Representante Legal y el Jefe de Laboratorio de Metrología.

Arequipa, 5 de marzo de 2020

**FIN DEL DOCUMENTO**

 Erwin Edgardo Paz Gonzales  
 REPRESENTANTE LEGAL  
 PAZ LABORATORIOS S.R.L.


 Jesus Eduardo Cheya Bustincio  
 Jefe de Laboratorio de Metrología  
 PAZ LABORATORIOS S.R.L.

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
**PL-ME051-20-3**

- SOLICITANTE:** E & L ENVIRONMENTAL CONSULTING SERVICES S.R.L.
- DIRECCIÓN DEL CLIENTE:** Cal. Zela Nro. 603A (Cerca a Plaza de Yanahuara), Yanahuara - Arequipa
- INSTRUMENTO:** ESTACIÓN METEOROLÓGICA  
 MARCA: DAVIS INSTRUMENTS IDENTIFICACIÓN: EL/EM/02  
 MODELO: VANTAGE PRO 2 INTERVALO DE INDICACIÓN: 1 m/s a 80 m/s  
 SERIE: AM140115012 RESOLUCIÓN: 0,1 m/s
- LUGAR DE CALIBRACIÓN:** Lab. Metrología de Paz Laboratorios S.R.L.
- FECHA DE CALIBRACIÓN:** 2020-03-05
- ETIQUETA DE CALIBRACIÓN:** 00189
- ORDEN DE TRABAJO:** CAL-0276-2020-3
- PROCEDIMIENTO UTILIZADO:**  
 Procedimiento interno para la calibración de Estaciones Meteorológicas PL-PR-ME-01

**9. PATRONES DE REFERENCIA UTILIZADOS:**

TRAZABILIDAD	INSTRUMENTO	N° CERTIFICADO
PATRONES DE REFERENCIA DE LO JUSTO S.A.C.	TERMOHIGROMETRO VAISALA/HMT330	TE-268-2020
PATRONES DE REFERENCIA DE LO JUSTO S.A.C.	ANEMOMETRO KESTREL /5500	TE-038-2019

**10. CONDICIONES AMBIENTALES:**

Temperatura (°C)				Humedad Relativa (%HR)			
Inicio	20,3	Final	20,1	Inicio	61,2	Final	61,5

**11. RESULTADOS DE CALIBRACIÓN:**

RESULTADOS DE VELOCIDAD		
Patrón (m/s)	Corrección (m/s)	Incertidumbre (m/s)
1,97	0,0	0,7
3,87	-0,1	0,7
5,80	-0,1	0,7
7,28	-0,4	0,7

RESULTADOS DE DIRECCION		
Patrón	Corrección	Incertidumbre
G. Sexagesimal	G. Sexagesimal	G. Sexagesimal
0	0,0	1,6
90	0,0	1,6
180	0,0	1,6
270	0,0	1,6

**12. OBSERVACIONES:**

La incertidumbre expandida declarada en el presente certificado ha sido estimada siguiendo la "Guía para la expresión de la incertidumbre de medida" primera edición, septiembre 2008 CEM.

PAZ LABORATORIOS no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado del instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados aquí declarados.

Los resultados reportados en este certificado son válidos solo para el equipo de medición calibrado en las condiciones y momento en que se realizó la calibración.

Los certificados de calibración de PAZ LABORATORIOS S.R.L. son únicamente válidos si cuentan con el sello de agua y las firmas del Representante Legal y el Jefe de Laboratorio de Metrología.

Arequipa, 5 de marzo de 2020

**FIN DEL DOCUMENTO**

  
 Edwin Edgardo Paz Gonzales  
 REPRESENTANTE LEGAL  
 PAZ LABORATORIOS S.R.L.


  
 Jesus Eduardo Cherya Bustincio  
 Jefe de Laboratorio de Metrología  
 PAZ LABORATORIOS S.R.L.

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
**PL-ME052-20-3**

1. **SOLICITANTE:** E & L ENVIRONMENTAL CONSULTING SERVICES S.R.L.
2. **DIRECCIÓN DEL CLIENTE:** Cal. Zela Nro. 603A (Cerca a Plaza de Yanahuara), Yanahuara - Arequipa
3. **INSTRUMENTO:** ESTACIÓN METEOROLÓGICA  
 MARCA: DAVIS INSTRUMENTS IDENTIFICACIÓN: EL/EM/02  
 MODELO: VANTAGE PRO 2 INTERVALO DE INDICACIÓN: 540 mbar a 1100 mbar  
 SERIE: AM140115012 RESOLUCIÓN: 0,1 mbar
4. **LUGAR DE CALIBRACIÓN:** Lab. Metrología de Paz Laboratorios S.R.L.
5. **FECHA DE CALIBRACIÓN:** 2020-03-05
6. **ETIQUETA DE CALIBRACIÓN:** 00189
7. **ORDEN DE TRABAJO:** CAL-0276-2020-3
8. **PROCEDIMIENTO UTILIZADO:**  
 Procedimiento interno para la calibración de Estaciones Meteorológicas PL-PR-ME-01

**9. PATRONES DE REFERENCIA UTILIZADOS:**

TRAZABILIDAD	INSTRUMENTO	N° CERTIFICADO
PATRONES DE REFERENCIA DE LO JUSTO S.A.C.	BARÓMETRO KESTREL/5500	TE-031-2019
PATRONES DE REFERENCIA DE LO JUSTO S.A.C.	TERMOHIGRÓMETRO VAISALA/HMT330	TE-268-2020

**10. CONDICIONES AMBIENTALES:**

Temperatura (°C)				Humedad Relativa (%HR)			
Inicio	20,1	Final	20,2	Inicio	53,8	Final	53,2

**11. RESULTADOS DE CALIBRACIÓN:**

Patrón (mbar)	Lectura del instrumento (mbar)	Corrección (mbar)	Incertidumbre (mbar)
767,6	765	2,6	2,7

Presion atmosferica corregida

**12. OBSERVACIONES:**

La incertidumbre expandida declarada en el presente certificado ha sido estimada siguiendo la "Guía para la expresión de la incertidumbre de medida" primera edición, septiembre 2008 CEM.

PAZ LABORATORIOS no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado del instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados aquí declarados.

Los resultados reportados en este certificado son válidos solo para el equipo de medición calibrado en las condiciones y momento en que se realizó la calibración.

Los certificados de calibración de PAZ LABORATORIOS S.R.L. son únicamente validos si cuentan con el sello de agua y las firmas del Representante Legal y el Jefe de Laboratorio de Metrología.

Arequipa, 5 de marzo de 2020

**FIN DEL DOCUMENTO**

 Erwin Edgardo Paz Gonzales  
 REPRESENTANTE LEGAL  
 PAZ LABORATORIOS S.R.L.


 Jesus Eduardo Cherya Bustincio  
 Jefe de Laboratorio de Metrología  
 PAZ LABORATORIOS S.R.L.

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

### PL - ME097 - 21 - 3

1. SOLICITANTE : E & L ENVIRONMENTAL CONSULTING SERVICES S.R.L.
2. DIRECCIÓN DEL CLIENTE : CALLE ZELA 603A, YANAHUARA - AREQUIPA
3. DATOS DEL EQUIPO:
  - INSTRUMENTO DE MEDIDA : ESTACIÓN METEREOLÓGICA
  - MARCA : DAVIS INSTRUMENTS
  - MODELO : VANTAGE PRO 2
  - SERIE : AZ170717089
  - IDENTIFICACIÓN : EL/EM/06
  - INTERVALO DE MEDIDA : 1 - 100 % H.R.
  - RESOLUCIÓN : 1 % H.R.
4. LUGAR DE CALIBRACIÓN: Lab. Metrología de Paz Laboratorios S.R.L.
5. FECHA DE CALIBRACIÓN: 2021-03-01
6. ETIQUETA DE CALIBRACIÓN: 00370
7. ORDEN DE TRABAJO: CAL-0101-2021-3

#### 8. ACLARACIONES DEL CERTIFICADO:

El usuario debe, bajo su única responsabilidad, tomar las precauciones ligadas a la utilización de su equipo. Los resultados reportados en este certificado son válidos solo para el equipo de medición calibrado en las condiciones y momento en que se realizó la calibración.

El solicitante y/o usuario es responsable de definir el periodo de calibración según la recomendación del fabricante, uso, registros de mantenimiento, análisis de deriva y exactitud de medición.

Los certificados de calibración de PAZ LABORATORIOS son únicamente válidos si cuentan con el sello de agua y las firmas del Gerente General y el Responsable del Laboratorio de Metrología.

La difusión del presente certificado debe ser de forma completa y sin modificaciones. Cualquier cambio del certificado requiere la autorización de PAZ LABORATORIOS.

#### 9. PROCEDIMIENTO UTILIZADO:

Procedimiento interno para la calibración de Termohigrómetros: PL-PR-ME-02.

Arequipa, 1 de marzo de 2021



Edwin Edgardo Paz Gonzales  
GERENTE GENERAL  
PAZ LABORATORIOS S. R. L.



Yessenia Pulisza Gonzales Gonzales  
METROLOGO RESPONSABLE  
PAZ LABORATORIOS S.R.L.



000193

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

### PL - ME097 - 21 - 3

**10. PATRONES UTILIZADOS:**

TRAZABILIDAD	INSTRUMENTO	Nº CERTIFICADO
Patrones de referencia de LO JUSTO S.A.C.	HOBO / UX-100-011A $U(k=2) = 0,27 \text{ } ^\circ\text{C} / U(k=2) = 1,4 \text{ \% H.R.}$	TE-163-2021
Patrones de referencia de LO JUSTO S.A.C.	Termohigrómetro HOBO / UX-100-023A $U(k=2) = 0,39 \text{ } ^\circ\text{C} / U(k=2) = 1,4 \text{ \% H.R.}$	TE-164-2021

**11. CONDICIONES AMBIENTALES:**

	TEMPERATURA ( $^\circ\text{C}$ )	HUMEDAD RELATIVA (% HR)
<b>Inicio</b>	20,4	50,6
<b>Final</b>	21,2	53,0

**12. RESULTADOS DE CALIBRACIÓN:**

H. C. V. (% HR)	LECTURA INSTRUMENTO (% HR)	CORRECCIÓN (% HR)	INCERTIDUMBRE (% HR)
11,2	13,4	-2,2	2,0
33,1	34,6	-1,5	2,0
56,7	57,5	-0,7	2,0

H. C.V.: Humedad convencionalmente verdadera

**13. OBSERVACIONES:**

El tiempo mínimo de estabilización fue al menos de 30 minutos.

Este certificado de calibración es trazable a los patrones de Lo Justo S.A.C.

La incertidumbre expandida de medición reportada es la incertidumbre estándar de medición multiplicada por el factor de cobertura  $k=2$  de modo que la probabilidad de cobertura corresponde aproximadamente a un nivel de confianza del 95%.

Este certificado cumple con los requisitos de la Norma NTP ISO/IEC 17025, "Requisitos Generales para la Competencia de los Laboratorios de Calibración y Ensayo".

PAZ LABORATORIOS S.R.L. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado del instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados aquí declarados.

Arequipa, 1 de marzo de 2021

FIN DEL DOCUMENTO

000194  
61000

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

PL - ME098 - 21 - 3

1. SOLICITANTE : E & L ENVIRONMENTAL CONSULTING SERVICES S.R.L.
2. DIRECCIÓN DEL CLIENTE : CALLE ZELA 603A, YANAHUARA - AREQUIPA
3. DATOS DEL EQUIPO:
  - INSTRUMENTO DE MEDIDA : ESTACIÓN METEOROLÓGICA
  - MARCA : DAVIS INSTRUMENTS
  - MODELO : VANTAGE PRO 2
  - SERIE : AZ170717089
  - IDENTIFICACIÓN : EL/EM/06
  - INTERVALO DE MEDIDA : - 40 a 65 °C
  - RESOLUCIÓN : 0,1 °C
4. LUGAR DE CALIBRACIÓN: Lab. Metrología de Paz Laboratorios S.R.L.
5. FECHA DE CALIBRACIÓN: 2021-03-01
6. ETIQUETA DE CALIBRACIÓN: 00370
7. ORDEN DE TRABAJO: CAL-0101-2021-3

8. ACLARACIONES DEL CERTIFICADO:

El usuario debe, bajo su única responsabilidad, tomar las precauciones ligadas a la utilización de su equipo. Los resultados reportados en este certificado son válidos solo para el equipo de medición calibrado en las condiciones y momento en que se realizó la calibración.

El solicitante y/o usuario es responsable de definir el periodo de calibración según la recomendación del fabricante, uso, registros de mantenimiento, análisis de deriva y exactitud de medición.

Los certificados de calibración de PAZ LABORATORIOS son únicamente válidos si cuentan con el sello de agua y las firmas del Gerente General y el Responsable del Laboratorio de Metrología.

La difusión del presente certificado debe ser de forma completa y sin modificaciones. Cualquier cambio del certificado requiere la autorización de PAZ LABORATORIOS.

9. PROCEDIMIENTO UTILIZADO:

Procedimiento interno para la calibración de Termohigrómetros: PL-PR-ME-02.

Arequipa, 1 de marzo de 2021



Edgardo Paz Gonzales  
GERENTE GENERAL  
PAZ LABORATORIOS S.R.L.



Yesenia Valissa Gonzales Gonzales  
METROLOGO RESPONSABLE  
PAZ LABORATORIOS S.R.L.



## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

### PL - ME098 - 21 - 3

**10. PATRONES UTILIZADOS:**

TRAZABILIDAD	INSTRUMENTO	Nº CERTIFICADO
Patrones de referencia de LO JUSTO S.A.C.	HOBO / UX-100-011A U(k=2) = 0,27 °C / U(k=2) = 1,4 % H.R.	TE-163-2021
Patrones de referencia de LO JUSTO S.A.C.	Termohigrómetro HOBO / UX-100-023A U(k=2) = 0,39 °C / U(k=2) = 1,4 % H.R.	TE-164-2021

**11. CONDICIONES AMBIENTALES:**

	TEMPERATURA (°C)	HUMEDAD RELATIVA (% HR)
Inicio	20,5	57,6
Final	21,0	59,7

**12. RESULTADOS DE CALIBRACIÓN:**

T. C. V. (°C)	LECTURA INSTRUMENTO (°C)	CORRECCIÓN (°C)	INCERTIDUMBRE (°C)
15,77	15,65	0,12	0,42
25,72	25,45	0,27	0,42
35,85	35,60	0,25	0,42

T. C. V.: Temperatura convencionalmente verdadera

**13. OBSERVACIONES:**

El tiempo mínimo de estabilización fue al menos de 30 minutos.

Este certificado de calibración es trazable a los patrones de Lo Justo S.A.C.

La incertidumbre expandida de medición reportada es la incertidumbre estándar de medición multiplicada por el factor de cobertura  $k=2$  de modo que la probabilidad de cobertura corresponde aproximadamente a un nivel de confianza del 95%.

Este certificado cumple con los requisitos de la Norma NTP ISO/IEC 17025, "Requisitos Generales para la Competencia de los Laboratorios de Calibración y Ensayo".

PAZ LABORATORIOS S.R.L. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado del instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados aquí declarados.

Arequipa, 1 de marzo de 2021

FIN DEL DOCUMENTO

000196

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

### PL - ME099 - 21 - 3

1. **SOLICITANTE** : E & L ENVIRONMENTAL CONSULTING SERVICES S.R.L.
2. **DIRECCIÓN DEL CLIENTE** : CALLE ZELA 603A, YANAHUARA - AREQUIPA
3. **DATOS DEL EQUIPO:**
- INSTRUMENTO DE MEDIDA** : ESTACIÓN METEREOLÓGICA
- MARCA** : DAVIS INSTRUMENTS
- MODELO** : VANTAGE PRO 2
- SERIE** : AZ170717089
- IDENTIFICACIÓN** : EL/EM/06
- INTERVALO DE MEDIDA** : 1 - 80 m/s  
: 0° a 360°
- RESOLUCIÓN** : 0,45 m/s; 1°
4. **LUGAR DE CALIBRACIÓN:** Lab. Metrología de Paz Laboratorios S.R.L.
5. **FECHA DE CALIBRACIÓN:** 2021-03-01
6. **ETIQUETA DE CALIBRACIÓN:** 00370
7. **ORDEN DE TRABAJO:** CAL-0101-2021-3
8. **ACLARACIONES DEL CERTIFICADO:**

El usuario debe, bajo su única responsabilidad, tomar las precauciones ligadas a la utilización de su equipo. Los resultados reportados en este certificado son válidos solo para el equipo de medición calibrado en las condiciones y momento en que se realizó la calibración.

El solicitante y/o usuario es responsable de definir el periodo de calibración según la recomendación del fabricante, uso, registros de mantenimiento, análisis de deriva y exactitud de medición.

Los certificados de calibración de PAZ LABORATORIOS son únicamente válidos si cuentan con el sello de agua y las firmas del Gerente General y el Responsable del Laboratorio de Metrología.

La difusión del presente certificado debe ser de forma completa y sin modificaciones. Cualquier cambio del certificado requiere la autorización de PAZ LABORATORIOS.

9. **PROCEDIMIENTO UTILIZADO:**

Procedimiento interno para la calibración de Anemómetros; PL-PR-ME-01.

Arequipa, 1 de marzo de 2021



Bruna Edgardo Paz Gonzales  
GERENTE GENERAL  
PAZ LABORATORIOS S. R. L.



Yessica Yulissa Gonzales Gonzales  
METROLOGO RESPONSABLE  
PAZ LABORATORIOS S.R.L.



“EL USO INDEBIDO DE ESTE CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CONSTITUYE DELITO SANCIONADO CONFORME A LEY”

000197

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

### PL - ME099 - 21 - 3

**10. PATRONES UTILIZADOS:**

TRAZABILIDAD	INSTRUMENTO	Nº CERTIFICADO
Patrones de referencia de LO JUSTO S.A.C.	Anemómetro / KESTREL 5500	TF-058-2020
Patrones de referencia de LO JUSTO S.A.C.	Termohigrómetro HOBO / UX-100-011A $U(k=2) = 0,27 \text{ } ^\circ\text{C} / U(k=2) = 1,4 \text{ } \% \text{ H.R.}$	TE-163-2021

**11. CONDICIONES AMBIENTALES:**

	TEMPERATURA ( $^\circ\text{C}$ )	HUMEDAD RELATIVA (% HR)
<b>Inicio</b>	20,0	55,4
<b>Final</b>	21,3	56,5

**12. RESULTADOS DE CALIBRACIÓN:**

Patrón (m/s)	Instrumento (m/s)	Corrección (m/s)	Incertidumbre (m/s)
3,00	3,18	-0,18	0,32
7,00	7,41	-0,41	0,94
11,00	11,98	-0,98	2,01
15,00	16,14	-1,14	2,46

Patrón G. Sexagesimal	Instrumento G. Sexagesimal	Corrección G. Sexagesimal	Incertidumbre G. Sexagesimal
0°	0°	0°	2°
90°	90°	0°	2°
180°	180°	0°	2°
270°	271°	-1°	2°

**13. OBSERVACIONES:**

Este certificado de calibración es trazable a los patrones de Lo Justo S.A.C.

La incertidumbre expandida de medición reportada es la incertidumbre estándar de medición multiplicada por el factor de cobertura  $k=2$  de modo que la probabilidad de cobertura corresponde aproximadamente a un nivel de confianza del 95%.

Este certificado cumple con los requisitos de la Norma NTP ISO/IEC 17025, "Requisitos Generales para la Competencia de los Laboratorios de Calibración y Ensayo".

PAZ LABORATORIOS S.R.L. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado del instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados aquí declarados.

Arequipa, 1 de marzo de 2021

FIN DEL DOCUMENTO

000198

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

PL - ME100 - 21 - 3

1. SOLICITANTE : E & L ENVIRONMENTAL CONSULTING SERVICES S.R.L.

2. DIRECCIÓN DEL CLIENTE : CALLE ZELA 603A, YANAHUARA - AREQUIPA

3. DATOS DEL EQUIPO:

INSTRUMENTO DE MEDIDA : ESTACIÓN METEOROLÓGICA

MARCA : DAVIS INSTRUMENTS

MODELO : VANTAGE PRO 2

SERIE : AZ170717089

IDENTIFICACIÓN : EL/EM/06

INTERVALO DE MEDIDA : 540 a 1100 mbar

RESOLUCIÓN : 0,1 mbar

4. LUGAR DE CALIBRACIÓN: Lab. Metrología de Paz Laboratorios S.R.L.

5. FECHA DE CALIBRACIÓN: 2021-03-01

6. ETIQUETA DE CALIBRACIÓN: 00370

7. ORDEN DE TRABAJO: CAL-0101-2021-3

8. ACLARACIONES DEL CERTIFICADO:

El usuario debe, bajo su única responsabilidad, tomar las precauciones ligadas a la utilización de su equipo.

Los resultados reportados en este certificado son válidos solo para el equipo de medición calibrado en las condiciones y momento en que se realizó la calibración.

El solicitante y/o usuario es responsable de definir el periodo de calibración según la recomendación del fabricante, uso, registros de mantenimiento, análisis de deriva y exactitud de medición.

Los certificados de calibración de PAZ LABORATORIOS son únicamente válidos si cuentan con el sello de agua y las firmas del Gerente General y el Responsable del Laboratorio de Metrología.

La difusión del presente certificado debe ser de forma completa y sin modificaciones. Cualquier cambio del certificado requiere la autorización de PAZ LABORATORIOS.

9. PROCEDIMIENTO UTILIZADO:

Procedimiento interno para la calibración de Barómetros: PL-PR-ME-03.

Arequipa, 1 de marzo de 2021



Eriwin Edgardo Paz Gonzales  
GERENTE GENERAL  
PAZ LABORATORIOS S. R. L.



Vessero Vilson Gonzales Gonzales  
METRÓLOGO RESPONSABLE  
PAZ LABORATORIOS S.R.L.

000199

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

### PL - ME100 - 21 - 3

**10. PATRONES UTILIZADOS:**

TRAZABILIDAD	INSTRUMENTO	Nº CERTIFICADO
Patrones de referencia de LO JUSTO S.A.C.	Barómetro / KESTREL 5500 U(k=2) = 0,8 mbar	MN-057-2020
Patrones de referencia de LO JUSTO S.A.C.	Termohigrómetro HOBO / UX-100-011A U(k=2) = 0,27 °C / U(k=2) = 1,4 % H.R.	TE-163-2021

**11. CONDICIONES AMBIENTALES:**

	TEMPERATURA (°C)	HUMEDAD RELATIVA (% HR)
Inicio	20,1	55,4
Final	21,2	56,5

**12. RESULTADOS DE CALIBRACIÓN:**

PATRÓN (mbar)	INSTRUMENTO (mbar)	CORRECCIÓN (mbar)	INCERTIDUMBRE (mbar)
700,0	700,8	-0,8	0,8
750,0	750,8	-0,8	0,8
800,0	800,9	-0,9	0,8
850,0	850,9	-0,9	0,8
900,0	900,9	-0,9	0,8
950,0	951,2	-1,2	0,9
1 000,0	1 001,4	-1,4	0,9
1 050,0	1 051,4	-1,4	0,9
1 100,0	1 101,6	-1,6	0,9

**13. OBSERVACIONES:**

Este certificado de calibración es trazable a los patrones de Lo Justo S.A.C.

La incertidumbre expandida de medición reportada es la incertidumbre estándar de medición multiplicada por el factor de cobertura k=2 de modo que la probabilidad de cobertura corresponde aproximadamente a un nivel de confianza del 95%.

Este certificado cumple con los requisitos de la Norma NTP ISO/IEC 17025, "Requisitos Generales para la Competencia de los Laboratorios de Calibración y Ensayo".

PAZ LABORATORIOS S.R.L. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado del instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados aquí declarados.

Arequipa, 1 de marzo de 2021

FIN DEL DOCUMENTO

000200

# **Anexo 4**

## **Informes de ensayo**



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL  
ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL-DA  
CON REGISTRO N° LE-029



FDT 001 - 01

## INFORME DE ENSAYO

### ENERO


### E & L ENVIRONMENTAL CONSULTING SERVICES S.R.L.

Cal. Zela Nro. 603A (Cerca a Plaza de Yanahuara) Yanahuara Arequipa Arequipa

## EVALUACION DE LA CALIDAD DE AIRE SEGUN LOS NIVELES DE CONCENTRACION DE SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, CO Y O<sub>3</sub> EN PUNTOS CRITICOS DE LA CIUDAD DE JULIACA

Emitido por: Doris Quicara Choquepiunta

Fecha de Emisión: 01/02/2021

  
Doris Quicara Choquepiunta  
CQP: 790  
Personal Signatario - Químico

Renovación de Acreditación a ALS LS Perú S.A.C. mediante registro LE-029  
División - Medio Ambiente

Pág. 1 de 7



## INFORME DE ENSAYO: 2942/2021

### RESULTADOS ANALITICOS

Muestras del ítem: 10

N° ALS LS						28309/2021-1.0
Fecha de Muestreo						16/01/2021
Hora de Muestreo						07:00:00
Tipo de Muestra						Calidad de Aire
Identificación						CA-01
Parámetro	Ref. Mét.	Fecha de Ensayo	Unidad	LD	LQ	Resultado
003 ENSAYOS FISICOQUÍMICOS						
Dióxido de Azufre (24h)	17292	26/01/2021	ug SO2/mtra	3,951	11,850	< 3,951
Dióxido de Nitrógeno (1h)	17293	19/01/2021	ug NO2/mtra	0,105	0,263	0,509
Monóxido de Carbono (8h)	17294	19/01/2021	ug CO/muestra	150	375	728
Ozono (8h)	17295	19/01/2021	ug O3/mtra	0,414	2,070	< 0,414

N° ALS LS						28310/2021-1.0
Fecha de Muestreo						17/01/2021
Hora de Muestreo						08:15:00
Tipo de Muestra						Calidad de Aire
Identificación						CA-02
Parámetro	Ref. Mét.	Fecha de Ensayo	Unidad	LD	LQ	Resultado
003 ENSAYOS FISICOQUÍMICOS						
Dióxido de Azufre (24h)	17292	26/01/2021	ug SO2/mtra	3,951	11,850	< 3,951
Dióxido de Nitrógeno (1h)	17293	19/01/2021	ug NO2/mtra	0,105	0,263	0,629
Monóxido de Carbono (8h)	17294	19/01/2021	ug CO/muestra	150	375	204
Ozono (8h)	17295	19/01/2021	ug O3/mtra	0,414	2,070	< 0,414

### Observaciones

- LD: Límite de detección.
- LQ: Límite de cuantificación.
- Los resultados que se encuentren por debajo del Límite de Cuantificación, no aplican para comparativos de consistencia.
- Las fechas de ejecución del análisis para los ensayos en campo realizados por ALS LS Perú S.A.C., se refiere a las fechas indicadas como fecha de muestreo. No Aplica para datos proporcionados por el cliente.
- Ref. Mét.: Código interno que referencia a la metodología de análisis.

### 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	Zona	Condición de la muestra	Descripción de la Estación de Muestreo
CA-01	Cliente	Calidad de Aire	19/01/2021	16/01/2021	8287789N 379327E	19L	Proporcionado por el cliente	En la azotea de una casa al frente del mercado Pedro Vilcapaza
CA-02	Cliente	Calidad de Aire	19/01/2021	17/01/2021	8287287N 378223E	19L	Proporcionado por el cliente	En la azotea de una casa de la laguna temporal (CC-III)





## INFORME DE ENSAYO: 3488/2021

### RESULTADOS ANALITICOS

Muestras del ítem: 12

N° ALS LS						33073/2021-1.0
Fecha de Muestreo						18/01/2021
Hora de Muestreo						09:00:00
Tipo de Muestra						Calidad de Aire
Identificación						CA-03
Parámetro	Ref. Mét.	Fecha de Ensayo	Unidad	LD	LQ	Resultado
003 ENSAYOS FISICOQUÍMICOS						
Dióxido de Azufre (24h)	17292	26/01/2021	ug SO2/mtra	3,951	11,850	< 3,951
Dióxido de Nitrógeno (1h)	17293	21/01/2021	ug NO2/mtra	0,105	0,263	0,284
Monóxido de Carbono (8h)	17294	21/01/2021	ug CO/muestra	150	375	< 150
Ozono (8h)	17295	21/01/2021	ug O3/mtra	0,414	2,070	< 0,414

N° ALS LS						33074/2021-1.0
Fecha de Muestreo						19/01/2021
Hora de Muestreo						09:00:00
Tipo de Muestra						Calidad de Aire
Identificación						CA-04
Parámetro	Ref. Mét.	Fecha de Ensayo	Unidad	LD	LQ	Resultado
003 ENSAYOS FISICOQUÍMICOS						
Dióxido de Azufre (24h)	17292	26/01/2021	ug SO2/mtra	3,951	11,850	< 3,951
Dióxido de Nitrógeno (1h)	17293	21/01/2021	ug NO2/mtra	0,105	0,263	0,232
Monóxido de Carbono (8h)	17294	21/01/2021	ug CO/muestra	150	375	1354
Ozono (8h)	17295	21/01/2021	ug O3/mtra	0,414	2,070	< 0,414

### Observaciones

- LD: Límite de detección.
- LQ: Límite de cuantificación.
- Los resultados que se encuentren por debajo del Límite de Cuantificación, no aplican para comparativos de consistencia.
- Las fechas de ejecución del análisis para los ensayos en campo realizados por ALS LS Perú S.A.C., se refiere a las fechas indicadas como fecha de muestreo. No Aplica para datos proporcionados por el cliente.
- Ref. Mét.: Código interno que referencia a la metodología de análisis.

### 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	Zona	Condición de la muestra	Descripción de la Estación de Muestreo
CA-03	Cliente	Calidad de Aire	21/01/2021	18/01/2021	8287956N 379055E	19L	Proporcionado por el cliente	En la azótea de una casa al frente de la plaza San Jose
CA-04	Cliente	Calidad de Aire	21/01/2021	19/01/2021	8286747N 378693E	19L	Proporcionado por el cliente	En la azótea de una casa al lado de Plaza Vea



## INFORME DE ENSAYO: 3922/2021

### RESULTADOS ANALITICOS

Muestras del ítem: 13

N° ALS LS						37650/2021-1.0
Fecha de Muestreo						20/01/2021
Hora de Muestreo						09:00:00
Tipo de Muestra						Calidad de Aire
Identificación						CA-05
Parámetro	Ref. Mét.	Fecha de Ensayo	Unidad	LD	LQ	Resultado
003 ENSAYOS FISICOQUÍMICOS						
Dióxido de Azufre (24h)	17292	26/01/2021	ug SO2/mtra	3,951	11,850	< 3,951
Dióxido de Nitrógeno (1h)	17293	23/01/2021	ug NO2/mtra	0,105	0,263	0,358
Monóxido de Carbono (8h)	17294	23/01/2021	ug CO/muestra	150	375	< 150
Ozono (8h)	17295	23/01/2021	ug O3/mtra	0,414	2,070	< 0,414

N° ALS LS						37657/2021-1.0
Fecha de Muestreo						21/01/2021
Hora de Muestreo						09:00:00
Tipo de Muestra						Calidad de Aire
Identificación						CA-06
Parámetro	Ref. Mét.	Fecha de Ensayo	Unidad	LD	LQ	Resultado
003 ENSAYOS FISICOQUÍMICOS						
Dióxido de Azufre (24h)	17292	26/01/2021	ug SO2/mtra	3,951	11,850	< 3,951
Dióxido de Nitrógeno (1h)	17293	23/01/2021	ug NO2/mtra	0,105	0,263	0,534
Monóxido de Carbono (8h)	17294	23/01/2021	ug CO/muestra	150	375	930
Ozono (8h)	17295	23/01/2021	ug O3/mtra	0,414	2,070	< 0,414

### Observaciones

- LD: Límite de detección.
- LQ: Límite de cuantificación.
- Los resultados que se encuentren por debajo del Límite de Cuantificación, no aplican para comparativos de consistencia.
- Las fechas de ejecución del análisis para los ensayos en campo realizados por ALS LS Perú S.A.C., se refiere a las fechas indicadas como fecha de muestreo. No Aplica para datos proporcionados por el cliente.
- Ref. Mét.: Código interno que referencia a la metodología de análisis.

### 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	Zona	Condición de la muestra	Descripción de la Estación de Muestreo
CA-05	Cliente	Calidad de Aire	23/01/2021	20/01/2021	8287622N 378649E	19L	Proporcionado por el cliente	En la azotea de una casa en Jr. Carabaya ( Manco Capac)
CA-06	Cliente	Calidad de Aire	23/01/2021	21/01/2021	8287180N 379302E	19L	Proporcionado por el cliente	En la azotea de una casa al frente del mercado Tupac Amaru



## INFORME DE ENSAYO: 3995/2021

### RESULTADOS ANALITICOS

Muestras del ítem: 13

N° ALS LS						38436/2021-1.0
Fecha de Muestreo						22/01/2021
Hora de Muestreo						09:00:00
Tipo de Muestra						Calidad de Aire
Identificación						CA-07
Parámetro	Ref. Mét.	Fecha de Ensayo	Unidad	LD	LQ	Resultado
003 ENSAYOS FISICOQUÍMICOS						
Dióxido de Azufre (24h)	17292	26/01/2021	ug SO2/mtra	3,951	11,850	< 3,951
Dióxido de Nitrógeno (1h)	17293	25/01/2021	ug NO2/mtra	0,105	0,263	0,773
Monóxido de Carbono (8h)	17294	25/01/2021	ug CO/muestra	150	375	< 150
Ozono (8h)	17295	25/01/2021	ug O3/mtra	0,414	2,070	< 0,414

N° ALS LS						38437/2021-1.0
Fecha de Muestreo						23/01/2021
Hora de Muestreo						09:00:00
Tipo de Muestra						Calidad de Aire
Identificación						CA-08
Parámetro	Ref. Mét.	Fecha de Ensayo	Unidad	LD	LQ	Resultado
003 ENSAYOS FISICOQUÍMICOS						
Dióxido de Azufre (24h)	17292	26/01/2021	ug SO2/mtra	3,951	11,850	< 3,951
Dióxido de Nitrógeno (1h)	17293	25/01/2021	ug NO2/mtra	0,105	0,263	0,979
Monóxido de Carbono (8h)	17294	25/01/2021	ug CO/muestra	150	375	255
Ozono (8h)	17295	25/01/2021	ug O3/mtra	0,414	2,070	< 0,414

### Observaciones

- LD: Límite de detección.
- LQ: Límite de cuantificación.
- Los resultados que se encuentren por debajo del Límite de Cuantificación, no aplican para comparativos de consistencia.
- Las fechas de ejecución del análisis para los ensayos en campo realizados por ALS LS Perú S.A.C., se refiere a las fechas indicadas como fecha de muestreo. No Aplica para datos proporcionados por el cliente.
- Ref. Mét.: Código interno que referencia a la metodología de análisis.

### 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	Zona	Condición de la muestra	Descripción de la Estación de Muestreo
CA-07	Cliente	Calidad de Aire	25/01/2021	22/01/2021	8286861N 378501E	19L	Proporcionado por el cliente	En el centro comercial II
CA-08	Cliente	Calidad de Aire	25/01/2021	23/01/2021	8287157N 378189E	19L	Proporcionado por el cliente	En la azotea de una casa en Jr. Ignacio Miranda ( Santa Barbara)



## INFORME DE ENSAYO: 4347/2021

### RESULTADOS ANALITICOS

Muestras del ítem: 13

N° ALS LS	42295/2021-1.0					
Fecha de Muestreo	24/01/2021					
Hora de Muestreo	09:00:00					
Tipo de Muestra	Calidad de Aire					
Identificación	CA-09					
Parámetro	Ref. Mét.	Fecha de Ensayo	Unidad	LD	LQ	Resultado
003 ENSAYOS FISICOQUÍMICOS						
Dióxido de Azufre (24h)	17292	31/01/2021	ug SO2/mtra	3,951	11,850	< 3,951
Dióxido de Nitrógeno (1h)	17293	26/01/2021	ug NO2/mtra	0,105	0,263	0,386
Monóxido de Carbono (8h)	17294	26/01/2021	ug CO/muestra	150	375	< 150
Ozono (8h)	17295	26/01/2021	ug O3/mtra	0,414	2,070	1,490

### Observaciones

- LD: Límite de detección.
- LQ: Límite de cuantificación.
- Los resultados que se encuentren por debajo del Límite de Cuantificación, no aplican para comparativos de consistencia.
- Las fechas de ejecución del análisis para los ensayos en campo realizados por ALS LS Perú S.A.C., se refiere a las fechas indicadas como fecha de muestreo. No Aplica para datos proporcionados por el cliente.
- Ref. Mét.: Código interno que referencia a la metodología de análisis.

### 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	Zona	Condición de la muestra	Descripción de la Estación de Muestreo
CA-09	Cliente	Calidad de Aire	26/01/2021	24/01/2021	8287720N 378170E	19L	Proporcionado por el cliente	En la azotea de una casa al frente del mercado Las Mercedes (Dominical)

### REFERENCIA DE LOS METODOS DE ENSAYO

Ref. Mét.	Sede	Parámetro	Método de Referencia	Descripción
17292	AQP	Dióxido de Azufre (24h) en Solución Captadora (Sin Muestreo)	EPA CFR 40 Appendix A-2 to Part 50 (excepto 7.1,9,12.2,12.3), Junio 2010.(Validado).No incluye muestreo	Determinación de Dióxido de Azufre (SO2) en la atmósfera - Método de Pararrosanilina
17293	AQP	Dióxido de Nitrógeno (1h) en Solución Captadora (Sin Muestreo)	ALS-CA-001 Rev 00, Basado en Analysis of air pollutants, Peter O. Warner, Pág.125-128, 1937. (Validado). No incluye muestreo, 2016	Determinación de Dióxido de Nitrógeno (NO2) - Método del Arsenito (Colorimétrico)
17294	AQP	Monóxido de Carbono(8h) en Solución Captadora (Sin Muestreo)	ALS-CA-002 Rev 00, Basado en Analysis of air pollutants, Peter O. Warner, Pág. 101-102, 1937. (Validado). No incluye muestreo, 2016	Determinación de Monóxido de Carbono (CO) – Método del Ácido P-Sulfoaminobenzoico (Colorimétrico)
17295	AQP	Ozono (8h) en Solución Captadora (Sin Muestreo)	ALS-CA-003 Rev 00, Basado en Methods of Air Sampling and Analysis, James P. Lodge, Jr., Editor, Third Edition, Capítulo 411, 1980. (Validado). No incluye muestreo, 2016	Determinación de Ozono (O3) en la Atmosfera



## CÓDIGOS DE AUTENTICIDAD DEL INFORME DE ENSAYO

ALS LS Perú S.A.C. asegura a sus clientes una completa autenticidad del Informe de Ensayo 4347/2021, para que este informe pueda ser verificado en su totalidad. Para comprobar la autenticidad de los mismos en la base de datos de ALS LS Perú S.A.C., visitar el sitio Web [www.alsglobal.com](http://www.alsglobal.com) e introducir los siguientes códigos de autenticidad que se detallan a continuación:

Estación de Muestreo	N° ALS LS	Código único de Autenticidad
CA-01	28309/2021-1.0	ltplqqs&290382
CA-02	28310/2021-1.0	mtplqqs&201382

ALS LS Perú S.A.C. asegurando la marca y prestigio de su empresa.

Estación de Muestreo	N° ALS LS	Código único de Autenticidad
CA-03	33073/2021-1.0	oonpsqs&337033
CA-04	33074/2021-1.0	ponpsqs&347033

ALS LS Perú S.A.C. asegurando la marca y prestigio de su empresa.

Estación de Muestreo	N° ALS LS	Código único de Autenticidad
CA-05	37650/2021-1.0	tosmtqs&305673
CA-06	37657/2021-1.0	uosmtqs&375673

ALS LS Perú S.A.C. asegurando la marca y prestigio de su empresa.

Estación de Muestreo	N° ALS LS	Código único de Autenticidad
CA-07	38436/2021-1.0	mruntqs&363483
CA-08	38437/2021-1.0	nruntqs&373483

ALS LS Perú S.A.C. asegurando la marca y prestigio de su empresa.

Estación de Muestreo	N° ALS LS	Código único de Autenticidad
CA-09	42295/2021-1.0	lmnouqs&459224

ALS LS Perú S.A.C. asegurando la marca y prestigio de su empresa.

## COMENTARIOS

**AQP:** Av. Dolores 167 - Jose Luis Bustamante y Rivero - Arequipa.

**"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 LS Perú S.A.C., 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 LS Perú S.A.C.; sólo 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 calendarios de haber ingresado la muestra al laboratorio.

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.

ALS LS Perú S.A.C. deslinda responsabilidad de la información proporcionada por el cliente.

Si ALS LS Perú S.A.C. no realizó el muestreo, los resultados se aplicaran a la muestra tal cómo se recibió.



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL  
ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL-DA  
CON REGISTRO N° LE-029



FDT 001 - 01

## INFORME DE ENSAYO

MARZO


**E & L ENVIRONMENTAL CONSULTING SERVICES S.R.L.**

Cal. Zela Nro. 603A (Cerca a Plaza de Yanahuara) Yanahuara Arequipa Arequipa

### EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE AIRE SEGÚN LOS NIVELES DE CONCENTRACIÓN DE SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, CO Y O<sub>3</sub> EN PUNTOS CRÍTICOS DE LA CIUDAD DE JULIACA

Emitido por: Doris Quicara Choquepiunta

Fecha de Emisión: 24/03/2021

  
Doris Quicara Choquepiunta  
CQP: 790  
Personal Signatario - Químico

Renovación de Acreditación a ALS LS Perú S.A.C. mediante registro LE-029  
División - Medio Ambiente



# INFORME DE ENSAYO: 12132/2021

## RESULTADOS ANALITICOS

Muestras del ítem: 1

N° ALS LS	114713/2021-1.0					
Fecha de Muestreo	05/03/2021					
Hora de Muestreo	16:00:00					
Tipo de Muestra	Calidad de Aire					
Identificación	CA-01					
Parámetro	Ref. Mét.	Fecha de Ensayo	Unidad	LD	LQ	Resultado
003 ENSAYOS FISICOQUÍMICOS						
Dióxido de Azufre (24h)	17292	16/03/2021	ug SO2/mtra	3,951	11,850	< 3,951
Dióxido de Nitrógeno (1h)	17293	08/03/2021	ug NO2/mtra	0,105	0,263	0,812
Monóxido de Carbono (8h)	17294	08/03/2021	ug CO/muestra	150	375	774
Ozono (8h)	17295	08/03/2021	ug O3/mtra	0,414	2,070	< 0,414

### Observaciones

- LD: Límite de detección.
- LQ: Límite de cuantificación.
- Los resultados que se encuentren por debajo del Límite de Cuantificación, no aplican para comparativos de consistencia.
- Las fechas de ejecución del análisis para los ensayos en campo realizados por ALS LS Perú S.A.C., se refiere a las fechas indicadas como fecha de muestreo. No Aplica para datos proporcionados por el cliente.
- Ref. Mét.: Código interno que referencia a la metodología de análisis.

### 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	Zona	Condición de la muestra	Descripción de la Estación de Muestreo
CA-01	Cliente	Calidad de Aire	08/03/2021	05/03/2021	8287789N 0379327E	19L	Proporcionado por el cliente	EN LA AZOTEA DE UNA CASA AL FRENTE DEL MERCADO PEDRO VILCAPAZA

### REFERENCIA DE LOS METODOS DE ENSAYO

Ref. Mét.	Sede	Ensayo	Método de Referencia	Descripción
17292	AQP	Dióxido de Azufre (24h) en Solución Captadora (Sin Muestreo)	EPA CFR 40 Appendix A-2 to Part 50 (excepto 7.1, 9, 12.2, 12.3), Junio 2010. (Validado). No incluye muestreo, 2020	Determinación de Dióxido de Azufre (SO2) en la atmósfera - Método de Pararrosanilina (Colorimétrico)
17293	AQP	Dióxido de Nitrógeno (1h) en Solución Captadora (Sin Muestreo)	Peter O. Warner - Basado en Analysis of air pollutants, Pág. 125-128. 1937 (Validado) – No incluye muestreo, 2020	Determinación de Dióxido de Nitrógeno (NO2) - Método del Arsenito (Colorimétrico)
17294	AQP	Monóxido de Carbono(8h) en Solución Captadora (Sin Muestreo)	Peter O. Warner - Basado en Analysis of Air Pollutants, Pág. 101-102. 1937 (Validado). No incluye muestreo, 2020	Determinación de Monóxido de Carbono (CO) – Método del Ácido P-Sulfoaminobenzoico (Colorimétrico)
17295	AQP	Ozono (8h) en Solución Captadora (Sin Muestreo)	James P. Lodge, Jr. – Basado en Methods of Air Sampling and Analysis, Third Edition, 411. 1980. (Validado). No incluye muestreo, 2020	Determinación de Ozono (O3) en la Atmósfera (Colorimétrico).



## INFORME DE ENSAYO: 13662/2021

### RESULTADOS ANALITICOS

Muestras del ítem: 9

N° ALS LS						130327/2021-1.0
Fecha de Muestreo						12/03/2021
Hora de Muestreo						16:00:00
Tipo de Muestra						Calidad de Aire
Identificación						CA-02
Parámetro	Ref. Mét.	Fecha de Ensayo	Unidad	LD	LQ	Resultado
003 ENSAYOS FISICOQUÍMICOS						
Dióxido de Azufre (24h)	17292	16/03/2021	ug SO2/mtra	3,951	11,850	< 3,951
Dióxido de Nitrógeno (1h)	17293	15/03/2021	ug NO2/mtra	0,105	0,263	0,490
Monóxido de Carbono (8h)	17294	15/03/2021	ug CO/muestra	150	375	< 150
Ozono (8h)	17295	15/03/2021	ug O3/mtra	0,414	2,070	< 0,414

N° ALS LS						130338/2021-1.0
Fecha de Muestreo						13/03/2021
Hora de Muestreo						16:00:00
Tipo de Muestra						Calidad de Aire
Identificación						CA-05
Parámetro	Ref. Mét.	Fecha de Ensayo	Unidad	LD	LQ	Resultado
003 ENSAYOS FISICOQUÍMICOS						
Dióxido de Azufre (24h)	17292	16/03/2021	ug SO2/mtra	3,951	11,850	< 3,951
Dióxido de Nitrógeno (1h)	17293	15/03/2021	ug NO2/mtra	0,105	0,263	0,297
Monóxido de Carbono (8h)	17294	15/03/2021	ug CO/muestra	150	375	< 150
Ozono (8h)	17295	15/03/2021	ug O3/mtra	0,414	2,070	< 0,414

### Observaciones

- LD: Límite de detección.
- LQ: Límite de cuantificación.
- Los resultados que se encuentren por debajo del Límite de Cuantificación, no aplican para comparativos de consistencia.
- Las fechas de ejecución del análisis para los ensayos en campo realizados por ALS LS Perú S.A.C., se refiere a las fechas indicadas como fecha de muestreo. No Aplica para datos proporcionados por el cliente.
- Ref. Mét.: Código interno que referencia a la metodología de análisis.

### 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	Zona	Condición de la muestra	Descripción de la Estación de Muestreo
CA-02	Cliente	Calidad de Aire	15/03/2021	12/03/2021	8287287N 378223E	19L	En buen estado de conservación	EN LA AZOTEA DE UNA CASA DE LA LAGUNA TEMPORAL (CC-III)
CA-05	Cliente	Calidad de Aire	15/03/2021	13/03/2021	8287622N 378649E	19L	En buen estado de conservación	EN LA AZOTEA DE UNA CASA EN JR. CARABAYA (MANCO CAPAC)





## INFORME DE ENSAYO: 13026/2021

### RESULTADOS ANALITICOS

Muestras del ítem: 9

N° ALS LS						122192/2021-1.0
Fecha de Muestreo						08/03/2021
Hora de Muestreo						16:00:00
Tipo de Muestra						Calidad de Aire
Identificación						CA-04
Parámetro	Ref. Mét.	Fecha de Ensayo	Unidad	LD	LQ	Resultado
003 ENSAYOS FISICOQUÍMICOS						
Dióxido de Azufre (24h)	17292	16/03/2021	ug SO2/mtra	3,951	11,850	< 3,951
Dióxido de Nitrógeno (1h)	17293	11/03/2021	ug NO2/mtra	0,105	0,263	1,909
Monóxido de Carbono (8h)	17294	11/03/2021	ug CO/muestra	150	375	533
Ozono (8h)	17295	11/03/2021	ug O3/mtra	0,414	2,070	< 0,414

N° ALS LS						122195/2021-1.0
Fecha de Muestreo						09/03/2021
Hora de Muestreo						16:00:00
Tipo de Muestra						Calidad de Aire
Identificación						CA-09
Parámetro	Ref. Mét.	Fecha de Ensayo	Unidad	LD	LQ	Resultado
003 ENSAYOS FISICOQUÍMICOS						
Dióxido de Azufre (24h)	17292	16/03/2021	ug SO2/mtra	3,951	11,850	< 3,951
Dióxido de Nitrógeno (1h)	17293	11/03/2021	ug NO2/mtra	0,105	0,263	1,526
Monóxido de Carbono (8h)	17294	11/03/2021	ug CO/muestra	150	375	< 150
Ozono (8h)	17295	11/03/2021	ug O3/mtra	0,414	2,070	< 0,414

### Observaciones

- LD: Límite de detección.
- LQ: Límite de cuantificación.
- Los resultados que se encuentren por debajo del Límite de Cuantificación, no aplican para comparativos de consistencia.
- Las fechas de ejecución del análisis para los ensayos en campo realizados por ALS LS Perú S.A.C., se refiere a las fechas indicadas como fecha de muestreo. No Aplica para datos proporcionados por el cliente.
- Ref. Mét.: Código interno que referencia a la metodología de análisis.

### 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	Zona	Condición de la muestra	Descripción de la Estación de Muestreo
CA-04	Cliente	Calidad de Aire	11/03/2021	08/03/2021	8286747N 378693E	19L	Proporcionado por el cliente	EN LA AZOTEA DE UNA CASA AL LADO DE PLAZA VEA
CA-09	Cliente	Calidad de Aire	11/03/2021	09/03/2021	8287720N 378170E	19L	Proporcionado por el cliente	EN LA AZOTEA DE UNA CASA AL FRENTE DEL MERCADO LAS MERCEDES DOMINICAL



## INFORME DE ENSAYO: 13667/2021

### RESULTADOS ANALITICOS

Muestras del ítem: 9

N° ALS LS						129000/2021-1.0
Fecha de Muestreo						10/03/2021
Hora de Muestreo						16:00:00
Tipo de Muestra						Calidad de Aire
Identificación						CA-06
Parámetro	Ref. Mét.	Fecha de Ensayo	Unidad	LD	LQ	Resultado
003 ENSAYOS FISICOQUÍMICOS						
Dióxido de Azufre (24h)	17292	16/03/2021	ug SO2/mtra	3,951	11,850	< 3,951
Dióxido de Nitrógeno (1h)	17293	13/03/2021	ug NO2/mtra	0,105	0,263	0,392
Monóxido de Carbono (8h)	17294	13/03/2021	ug CO/muestra	150	375	< 150
Ozono (8h)	17295	13/03/2021	ug O3/mtra	0,414	2,070	< 0,414

N° ALS LS						129009/2021-1.0
Fecha de Muestreo						11/03/2021
Hora de Muestreo						16:00:00
Tipo de Muestra						Calidad de Aire
Identificación						CA-07
Parámetro	Ref. Mét.	Fecha de Ensayo	Unidad	LD	LQ	Resultado
003 ENSAYOS FISICOQUÍMICOS						
Dióxido de Azufre (24h)	17292	16/03/2021	ug SO2/mtra	3,951	11,850	< 3,951
Dióxido de Nitrógeno (1h)	17293	13/03/2021	ug NO2/mtra	0,105	0,263	0,369
Monóxido de Carbono (8h)	17294	13/03/2021	ug CO/muestra	150	375	< 150
Ozono (8h)	17295	13/03/2021	ug O3/mtra	0,414	2,070	< 0,414

### Observaciones

- LD: Límite de detección.
- LQ: Límite de cuantificación.
- Los resultados que se encuentren por debajo del Límite de Cuantificación, no aplican para comparativos de consistencia.
- Las fechas de ejecución del análisis para los ensayos en campo realizados por ALS LS Perú S.A.C., se refiere a las fechas indicadas como fecha de muestreo. No Aplica para datos proporcionados por el cliente.
- Ref. Mét.: Código interno que referencia a la metodología de análisis.

### 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	Zona	Condición de la muestra	Descripción de la Estación de Muestreo
CA-06	Cliente	Calidad de Aire	13/03/2021	10/03/2021	8287180N 0379302E	19L	Proporcionado por el cliente	EN LA AZOTEA DE UNA CASA AL FRENTE DEL MERCADO TUPAC AMARU
CA-07	Cliente	Calidad de Aire	13/03/2021	11/03/2021	8286861N 0378501E	19L	Proporcionado por el cliente	EN EL CENTRO COMERCIAL II



## INFORME DE ENSAYO: 12389/2021

### RESULTADOS ANALITICOS

Muestras del ítem: 9

N° ALS LS						122165/2021-1.1
Fecha de Muestreo						06/03/2021
Hora de Muestreo						16:00:00
Tipo de Muestra						Calidad de Aire
Identificación						CA-08
Parámetro	Ref. Mét.	Fecha de Ensayo	Unidad	LD	LQ	Resultado
003 ENSAYOS FISICOQUÍMICOS						
Dióxido de Azufre (24h)	17292	16/03/2021	ug SO2/mtra	3,951	11,850	< 3,951
Dióxido de Nitrógeno (1h)	17293	09/03/2021	ug NO2/mtra	0,105	0,263	1,879
Monóxido de Carbono (8h)	17294	09/03/2021	ug CO/muestra	150	375	456
Ozono (8h)	17295	09/03/2021	ug O3/mtra	0,414	2,070	< 0,414

N° ALS LS						122169/2021-1.1
Fecha de Muestreo						07/03/2021
Hora de Muestreo						16:00:00
Tipo de Muestra						Calidad de Aire
Identificación						CA-03
Parámetro	Ref. Mét.	Fecha de Ensayo	Unidad	LD	LQ	Resultado
003 ENSAYOS FISICOQUÍMICOS						
Dióxido de Azufre (24h)	17292	16/03/2021	ug SO2/mtra	3,951	11,850	< 3,951
Dióxido de Nitrógeno (1h)	17293	09/03/2021	ug NO2/mtra	0,105	0,263	0,892
Monóxido de Carbono (8h)	17294	09/03/2021	ug CO/muestra	150	375	504
Ozono (8h)	17295	09/03/2021	ug O3/mtra	0,414	2,070	< 0,414

### Observaciones

- LD: Límite de detección.
- LQ: Límite de cuantificación.
- Los resultados que se encuentren por debajo del Límite de Cuantificación, no aplican para comparativos de consistencia.
- Las fechas de ejecución del análisis para los ensayos en campo realizados por ALS LS Perú S.A.C., se refiere a las fechas indicadas como fecha de muestreo. No Aplica para datos proporcionados por el cliente.
- Ref. Mét.: Código interno que referencia a la metodología de análisis.

### 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	Zona	Condición de la muestra	Descripción de la Estación de Muestreo
CA-08	Cliente	Calidad de Aire	09/03/2021	06/03/2021	8287157N 0378189E	19L	Proporcionado por el cliente	EN LA AZOTEA DE UNA CASA EN JR. IGNACIO MIRANDA( SANTA BARBARA)
CA-03	Cliente	Calidad de Aire	09/03/2021	07/03/2021	8287956N 0379055E	19L	Proporcionado por el cliente	EN LA AZOTEA DE UNA CASA AL FRENTE DE LA PLAZA SAN JOSE



## INFORME DE ENSAYO

### CÓDIGOS DE AUTENTICIDAD DEL INFORME DE ENSAYO

ALS LS Perú S.A.C. asegura a sus clientes una completa autenticidad del Informe de Ensayo 12132/2021, para que este informe pueda ser verificado en su totalidad. Para comprobar la autenticidad de los mismos en la base de datos de ALS LS Perú S.A.C., visitar el sitio Web [www.alsglobal.com](http://www.alsglobal.com) e introducir los siguientes códigos de autenticidad que se detallan a continuación:

Estación de Muestreo	N° ALS LS	Código único de Autenticidad
CA-01	114713/2021-1.0	uinoooss&1317411

ALS LS Perú S.A.C. asegurando la marca y prestigio de su empresa.

Estación de Muestreo	N° ALS LS	Código único de Autenticidad
CA-02	130327/2021-1.0	slnprss&1723031
CA-05	130338/2021-1.0	tlmprss&1833031

ALS LS Perú S.A.C. asegurando la marca y prestigio de su empresa.

Estación de Muestreo	N° ALS LS	Código único de Autenticidad
CA-08	122165/2021-1.1	uumstss&1561221
CA-03	122169/2021-1.1	llnstss&1961221

ALS LS Perú S.A.C. asegurando la marca y prestigio de su empresa.

Estación de Muestreo	N° ALS LS	Código único de Autenticidad
CA-06	129000/2021-1.0	rmtmrss&1000921
CA-07	129009/2021-1.0	smtmrss&1900921

ALS LS Perú S.A.C. asegurando la marca y prestigio de su empresa.

Estación de Muestreo	N° ALS LS	Código único de Autenticidad
CA-04	122192/2021-1.0	tplnqss&1291221
CA-09	122195/2021-1.0	uplnqss&1591221

ALS LS Perú S.A.C. asegurando la marca y prestigio de su empresa.

### COMENTARIOS

**AQP:** Av. Dolores 167 - Jose Luis Bustamante y Rivero - Arequipa.

**"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 LS Perú S.A.C., 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 LS Perú S.A.C.; sólo 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 calendarios de haber ingresado la muestra al laboratorio.

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.

ALS LS Perú S.A.C. deslinda responsabilidad de la información proporcionada por el cliente.

Si ALS LS Perú S.A.C. no realizó el muestreo, los resultados se aplicaran a la muestra tal cómo se recibió.

# **Anexo 5**

## **Cadenas de custodia**



# CADENA DE CUSTODIA - MONITOREO CALIDAD DE AIRE

FOP 002

Sede CERCADO:  
Av. República de Argentina 1859 Urb. Industrial Conde, Lima  
Teléfono: 01-4889500 SALME.ServicioalCliente@alsglobal.com

Sede AREQUIPA:  
Av. Dolores 167 José Luis Bustamante y Rivero, Arequipa  
Teléfono: 054-424570 SAARE.ServicioalCliente@alsglobal.com

N° DE GRUPO: <u>2942/2021</u>	MUESTREO POR: (Marcar con una "X") ALS: <input type="checkbox"/> CLIENTE: <input checked="" type="checkbox"/>	FRECUENCIA: (Marcar con una "X") PERIÓDICO: <input type="checkbox"/> NO PERIÓDICO: <input checked="" type="checkbox"/>	CLIENTE: <u>Eyles</u> PERSONA DE CONTACTO: <u>Milton Herrera</u> PROYECTO: <u>(X)</u> LUGAR DE PROCEDENCIA: <u>Juliaca</u>
N° ORDEN DE SERVICIO:			
N° PROCESO: <u>178</u>			
N° PLAN DE MUESTREO:			

ESTACIÓN DE MUESTREO	DESCRIPCIÓN DE LA ESTACIÓN DE MUESTREO	GEOREFERENCIA (UTM)	MATERIAL PARTICULADO						SOLUCIONES CAPTADORAS: <input checked="" type="checkbox"/> GASES ATMOSFÉRICOS				CÓDIGO LABORATORIO	METEOROLOGÍA	OBSERVACIONES	
			MUESTREO 24 Horas (Marcar con una "X")				Período de muestreo	FECHA (dd/mm/yy)	DH (pulg. H <sub>2</sub> O), solo en caso de HV	MUESTREO 24 Horas	MUESTREO 8 Horas	MUESTREO 4 Horas				MUESTREO 1 Hora
			PARTÍCULAS	PTS	PM 10	PM 2.5										
CA-01	En la azótea de una casa al frente del mercado "Pedro Vilca paya"	N: <u>8287789</u> E: <u>379327</u> Altitud: <u>3823</u> Zona: <u>19L</u>	Ensayos adicionales requeridos	HV <input type="checkbox"/>	HV <input type="checkbox"/>	HV <input type="checkbox"/>	Inicio	SO <sub>2</sub> <input checked="" type="checkbox"/>	NO <sub>2</sub> <input type="checkbox"/>	CO <input checked="" type="checkbox"/>	BENCENO <input type="checkbox"/>	NO <sub>2</sub> <input checked="" type="checkbox"/>	28309		EVALUACION DE LA CALIDAD DE AIRE SEGUN LOS NIVELES DE CONCENTRACION DE SUSTANCIAS EN PUNTOS CRITICOS DE LA CIUDAD DE JULIACA.	
			PESAJE	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Final	H <sub>2</sub> S <input type="checkbox"/>	HCT <input type="checkbox"/>	O <sub>3</sub> <input checked="" type="checkbox"/>	VOC'S <input type="checkbox"/>	CO <input type="checkbox"/>				
			METALES ICP MS	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		CO <input type="checkbox"/>	HCT-HEX <input type="checkbox"/>							
			METALES ICP OES	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		O <sub>3</sub> <input type="checkbox"/>	HCT-HEX <input type="checkbox"/>							
			METALES ICP OES	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		O <sub>3</sub> <input type="checkbox"/>	HCT-HEX <input type="checkbox"/>							
			ANIONES	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		O <sub>3</sub> <input type="checkbox"/>	HCT-HEX <input type="checkbox"/>							
CA-02	En la azótea de una casa de la laguna Temporal (CC-III)	N: <u>8287287</u> E: <u>378223</u> Altitud: <u>3821</u> Zona: <u>19L</u>	Ensayos adicionales requeridos	HV <input type="checkbox"/>	HV <input type="checkbox"/>	HV <input type="checkbox"/>	Inicio	SO <sub>2</sub> <input checked="" type="checkbox"/>	NO <sub>2</sub> <input type="checkbox"/>	CO <input checked="" type="checkbox"/>	BENCENO <input type="checkbox"/>	NO <sub>2</sub> <input checked="" type="checkbox"/>	28310			
			PESAJE	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Final	H <sub>2</sub> S <input type="checkbox"/>	HCT <input type="checkbox"/>	O <sub>3</sub> <input checked="" type="checkbox"/>	VOC'S <input type="checkbox"/>	CO <input type="checkbox"/>				
			METALES ICP MS	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		CO <input type="checkbox"/>	HCT-HEX <input type="checkbox"/>							
			METALES ICP OES	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		O <sub>3</sub> <input type="checkbox"/>	HCT-HEX <input type="checkbox"/>							
			METALES ICP OES	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		O <sub>3</sub> <input type="checkbox"/>	HCT-HEX <input type="checkbox"/>							
			ANIONES	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		O <sub>3</sub> <input type="checkbox"/>	HCT-HEX <input type="checkbox"/>							
			Ensayos adicionales requeridos	HV <input type="checkbox"/>	HV <input type="checkbox"/>	HV <input type="checkbox"/>	Inicio	SO <sub>2</sub> <input type="checkbox"/>	NO <sub>2</sub> <input type="checkbox"/>	CO <input type="checkbox"/>	BENCENO <input type="checkbox"/>	NO <sub>2</sub> <input type="checkbox"/>				
			PESAJE	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Final	H <sub>2</sub> S <input type="checkbox"/>	HCT <input type="checkbox"/>	O <sub>3</sub> <input type="checkbox"/>	VOC'S <input type="checkbox"/>	CO <input type="checkbox"/>				
			METALES ICP MS	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		CO <input type="checkbox"/>	HCT-HEX <input type="checkbox"/>							
			METALES ICP OES	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		O <sub>3</sub> <input type="checkbox"/>	HCT-HEX <input type="checkbox"/>							
			METALES ICP OES	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		O <sub>3</sub> <input type="checkbox"/>	HCT-HEX <input type="checkbox"/>							
			ANIONES	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		O <sub>3</sub> <input type="checkbox"/>	HCT-HEX <input type="checkbox"/>							
			Ensayos adicionales requeridos	HV <input type="checkbox"/>	HV <input type="checkbox"/>	HV <input type="checkbox"/>	Inicio	SO <sub>2</sub> <input type="checkbox"/>	NO <sub>2</sub> <input type="checkbox"/>	CO <input type="checkbox"/>	BENCENO <input type="checkbox"/>	NO <sub>2</sub> <input type="checkbox"/>				
			PESAJE	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Final	H <sub>2</sub> S <input type="checkbox"/>	HCT <input type="checkbox"/>	O <sub>3</sub> <input type="checkbox"/>	VOC'S <input type="checkbox"/>	CO <input type="checkbox"/>				
			METALES ICP MS	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		CO <input type="checkbox"/>	HCT-HEX <input type="checkbox"/>							
			METALES ICP OES	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		O <sub>3</sub> <input type="checkbox"/>	HCT-HEX <input type="checkbox"/>							
			METALES ICP OES	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		O <sub>3</sub> <input type="checkbox"/>	HCT-HEX <input type="checkbox"/>							
			ANIONES	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		O <sub>3</sub> <input type="checkbox"/>	HCT-HEX <input type="checkbox"/>							

DATOS DE ENVÍO: (INDICADOS POR EL CLIENTE)				EQUIPOS EMPLEADOS			
Entregado por:				DESCRIPCIÓN			
Fecha (dd/mm/yy):				CÓDIGO INTERNO O NÚMERO DE SERIE			
Comentarios				<div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p style="text-align: center;">RECIBIDO</p> <p style="text-align: center; color: red; font-weight: bold;">19 ENE 2021</p> <p style="text-align: center;">FIRMA: <u>[Firma]</u></p> </div>			
CONDICIÓN DE RECEPCIÓN DE LA MUESTRA (PARA USO DEL LABORATORIO):							
En buen estado	SI	NO					
Recipiente apropiado	SI	NO					
Dentro del tiempo de conservación	SI	NO					
Correctamente preservadas	SI	NO					
NOTA:							
PM 10: Material Particulado < 10 micras	NO <sub>2</sub> : Dióxido de Nitrógeno	H <sub>2</sub> S: Sulfuro de Hidrógeno	HV: High Vol (Alto Volumen)	H <sub>2</sub> S: Sulfuro de Hidrógeno	HCT-HEX: Hidrocarburos Totales expresados como Hexano	VOC's: Compuestos Orgánicos Volátiles	I: Inicio de muestreo
PM 2.5: Material Particulado < 2.5 micras	NO <sub>x</sub> : Oxidos de Nitrógeno	LV: Low Vol (Bajo Volumen)		SO <sub>2</sub> : Dióxido de Azufre	HCT: Hidrocarburos Totales	F: Final de muestreo	
PTS: Partículas Totales en Suspensión							
CO: Monóxido de Carbono							
DH (pulg. H <sub>2</sub> O): Diferencial de presión							

Responsable del muestreo	
Nombre: <u>Christian Andros Santander Valeriano</u>	
Fecha(dd/mm/yy): <u>18-01-2021</u>	<u>[Firma]</u> Firma

Representante del cliente	
Nombre: <u>Jeanette Justo Aracayo</u>	
Fecha(dd/mm/yy): <u>18-01-2021</u>	<u>[Firma]</u> Firma (Opcional)

Recepción de muestras	
Nombre: <u>[Firma]</u>	
Fecha(dd/mm/yy): <u>19-01</u>	Hora (hh:mm): <u>09:20</u> Firma



CADENA DE CUSTODIA - MONITOREO CALIDAD DE AIRE

FOP 002

Sede CERCADO: Av. República de Argentina 1859 Urb. Industrial Conde, Lima

Sede AREQUIPA: Av. Dolores 167 José Luis Bustamante y Rivero, Arequipa

Form header with fields: N° DE GRUPO, N° ORDEN DE SERVICIO, N° PROCESO, N° PLAN DE MUESTREO, MUESTREO POR, FRECUENCIA, CLIENTE, PERSONA DE CONTACTO, PROYECTO, LUGAR DE PROCEDENCIA.

Main table with columns: ESTACIÓN DE MUESTREO, DESCRIPCIÓN DE LA ESTACIÓN DE MUESTREO, GEOREFERENCIA (UTM), MATERIAL PARTICULADO, SOLUCIONES CAPTADORAS, GASES ATMOSFÉRICOS, EQUIPOS AUTOMÁTICOS, CÓDIGO LABORATORIO, METEOROLOGÍA, OBSERVACIONES.

DATOS DE ENVÍO (INDICADOS POR EL CLIENTE) and EQUIPOS EMPLEADOS sections.

CONDICIÓN DE RECEPCIÓN DE LA MUESTRA (PARA USO DEL LABORATORIO) section with SI/NO checkboxes.

NOTA: PM 10: Material Particulado < 10 micras, NO2: Dióxido de Nitrógeno, HCNM: Hidrocarburos no Metano, O3: Ozono, etc.

Responsible del muestreo: Name, Date, Signature.

Representante del cliente: Name, Date, Signature.

RECIBIDO stamp with date 21 ENE 2021, name, and signature.



CADENA DE CUSTODIA - MONITOREO CALIDAD DE AIRE

Sede CERCADO: Av. República de Argentina 1859 Urb. Industrial Conde, Lima  
Teléfono: 01-4889500 SALME.ServicioalCliente@alsglobal.com

Sede AREQUIPA: Av. Dolores 167 José Luis Bustamante y Rivero, Arequipa  
Teléfono: 054-424570 SAARE.ServicioalCliente@alsglobal.com

Formulario de identificación de muestra con campos para: N° DE GRUPO, N° ORDEN DE SERVICIO, N° PROCESO, N° PLAN DE MUESTREO, MUESTREO POR, FRECUENCIA, CLIENTE, PERIÓDICO, NO PERIÓDICO, CLIENTE, PERSONA DE CONTACTO, PROYECTO, LUGAR DE PROCEDENCIA.

Tabla principal de muestreo con columnas: ESTACIÓN DE MUESTREO, DESCRIPCIÓN DE LA ESTACIÓN DE MUESTREO, GEOREFERENCIA (UTM), MATERIAL PARTICULADO, SOLUCIONES CAPTADORAS, GASES ATMOSFÉRICOS, EQUIPOS AUTOMÁTICOS, CÓDIGO LABORATORIO, METEOROLOGÍA, OBSERVACIONES.

Sección de DATOS DE ENVÍO (INDICADOS POR EL CLIENTE) y EQUIPOS EMPLEADOS, incluyendo campos para fecha, hora, descripción de equipos y condiciones de recepción de la muestra.

Formulario de firma del Responsable del muestreo: Christian Andruel Sautander Valdiviaño, Fecha: 22-07-2021.

Formulario de firma del Representante del cliente: Jeannette Justo Aracayo, Fecha: 22-01-2021.

Formulario de recepción de muestra con sello RECIBIDO, fecha 23 ENE 2021, y firma del receptor.

Vertical note: (\*) EVALUACION DE LA CALIDAD DE AIRE SEGUN LOS NIVELES DE CONCENTRACION DE SO2, NO2, CO y O3 EN PUNTOS CRITICOS DE LA CIUDAD DE JULIACA.







# CADENA DE CUSTODIA - MONITOREO CALIDAD DE AIRE

Sede CERCADO:  
Av. República de Argentina 1859 Urb. Industrial Conde, Lima  
Teléfono: 01-4889500 SALME.ServicioalCliente@alsglobal.com

Sede AREQUIPA:  
Av. Dolores 167 José Luis Bustamante y Rivero, Arequipa  
Teléfono: 054-424570 SAARE.ServicioalCliente@alsglobal.com

N° DE GRUPO: <u>4347/2021</u>	MUESTREO POR: (Marcar con una "X")	FRECUENCIA: (Marcar con una "X")	CLIENTE: <u>Eyles</u>
N° ORDEN DE SERVICIO: <u>178-13</u>	ALS: <input type="checkbox"/>	PERIÓDICO: <input type="checkbox"/>	PERSONA DE CONTACTO: <u>Milton Uresna</u>
N° PROCESO:	CLIENTE: <input checked="" type="checkbox"/>	NO PERIÓDICO: <input checked="" type="checkbox"/>	PROYECTO: <u>*</u>
N° PLAN DE MUESTREO:			LUGAR DE PROCEDENCIA: <u>Juliaca</u>

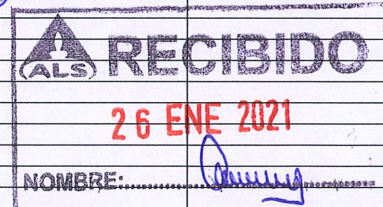
ESTACIÓN DE MUESTREO	DESCRIPCIÓN DE LA ESTACIÓN DE MUESTREO	GEOREFERENCIA (UTM)	MATERIAL PARTICULADO						SOLUCIONES CAPTADORAS: <input checked="" type="checkbox"/> GASES ATMOSFÉRICOS				CÓDIGO LABORATORIO	METEOROLOGÍA	OBSERVACIONES					
			MUESTREO 24 Horas (Marcar con una "X")				Período de muestreo	FECHA (dd/mm/yy)	DH (pulg. H <sub>2</sub> O, solo en caso de HV)	MUESTREO 24 Horas		MUESTREO 8 Horas				MUESTREO 4 Horas		MUESTREO 1 Hora		
			PARTÍCULAS	PTS	PM 10	PM 2.5				SO <sub>2</sub>	NO <sub>2</sub>	CO				BENCENO	NO <sub>2</sub>	CO	H <sub>2</sub> S	HCT
CA-09	En la azoitea de una casa al frente del mercado Las Perceñas (Dominical)	N: 8 287 720 E: 378 170 Altitud: 3826 Zona: 196	Ensayos adicionales requeridos	HV <input type="checkbox"/>	HV <input type="checkbox"/>	HV <input type="checkbox"/>	Inicio			SO <sub>2</sub> <input checked="" type="checkbox"/>	NO <sub>2</sub> <input type="checkbox"/>	CO <input checked="" type="checkbox"/>	BENCENO <input type="checkbox"/>	NO <sub>2</sub> <input checked="" type="checkbox"/>	A2295	EVALUACION DE LA CALIDAD DE AIRE SEGUN LOS NIVELES DE CONCENTRACION DE SO2, NO2, CO Y O3 EN PUNTOS CRITICOS DE LA CIUDAD DE JULIACA.				
			PESAJE	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Final			H <sub>2</sub> S <input type="checkbox"/>	HCT <input type="checkbox"/>	O <sub>3</sub> <input checked="" type="checkbox"/>	VOC'S <input type="checkbox"/>	CO <input type="checkbox"/>						
			METALES ICP MS	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				CO <input type="checkbox"/>	HCT-HEX <input type="checkbox"/>									
			METALES ICP OES	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				O <sub>3</sub> <input type="checkbox"/>	HCT-HEX <input type="checkbox"/>									
			METALES ICP OES	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				O <sub>3</sub> <input type="checkbox"/>	HCT-HEX <input type="checkbox"/>									
			ANIONES	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	PTS:	PM 10:	PM 2.5:	Fecha/Hora (I) <u>24-01-21/07:00</u>	Fecha/Hora (I) <u>24-01-21/09:00</u>	Fecha/Hora (I)	Fecha/Hora (I) <u>25-01-21/07:00</u>							
			ANIONES	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	PTS:	PM 10:	PM 2.5:	Fecha/Hora (F) <u>25-01-21/08:00</u>	Fecha/Hora (F) <u>24-01-21/17:00</u>	Fecha/Hora (F)	Fecha/Hora (F) <u>25-01-21/08:00</u>							

DATOS DE ENVÍO: (INDICADOS POR EL CLIENTE)				EQUIPOS EMPLEADOS			
Entregado por:				DESCRIPCIÓN			
Fecha (dd/mm/yy):	Hora (hh:mm)			CÓDIGO INTERNO O NÚMERO DE SERIE			
Comentarios				<u>Tronde Muestreo</u> <u>Potámetro</u> <u>Estación Meteorológica.</u>			

CONDICIÓN DE RECEPCIÓN DE LA MUESTRA (PARA USO DEL LABORATORIO):			
En buen estado	SI	NO	
Recipiente apropiado	SI	NO	
Dentro del tiempo de conservación	SI	NO	
Correctamente preservadas	SI	NO	

NOTA:

PM 10: Material Particulado < 10 micras	NO <sub>2</sub> : Dióxido de Nitrógeno	HCNM: Hidrocarburos no Metano	O <sub>3</sub> : Ozono
PM 2.5: Material Particulado < 2,5 micras	NO <sub>x</sub> : Oxidos de Nitrógeno	SO <sub>2</sub> : Dióxido de Azufre	HCT: Hidrocarburos Totales
PTS: Partículas Totales en Suspensión	H <sub>2</sub> S: Sulfuro de Hidrógeno	HCT-HEX: Hidrocarburos Totales expresados como Hexano	F: Final de muestreo
CO: Monóxido de Carbono	LV: Low Vol (Bajo Volumen)	VOC'S: Compuestos Orgánicos Volátiles	
DH (pulg. H <sub>2</sub> O): Diferencial de presión	HV: High Vol (Alto Volumen)	I: Inicio de muestreo	



Responsable del muestreo

Nombre: Christian Andree Santander Valeriano

Fecha(dd/mm/yy): 25-01-21

Firma: [Signature]

Representante del cliente

Nombre: Jeanette Justo Aracayo

Fecha(dd/mm/yy): 25-01-21

Firma (Opcional): [Signature]

FIRMA: [Signature]

Nombre: Dupe Marin

Fecha(dd/mm/yy): 26-01 Hora (hh:mm): 10:20

Firma



# CADENA DE CUSTODIA - MONITOREO CALIDAD DE AIRE

FOP 002

Sede CERCADO:  
Av. República de Argentina 1859 Urb. Industrial Conde, Lima  
Teléfono: 01-4889500 SALME.ServicioalCliente@alsglobal.com

Sede AREQUIPA:  
Av. Dolores 167 José Luis Bustamante y Rivero, Arequipa  
Teléfono: 054-424570 SAARE.ServicioalCliente@alsglobal.com

N° DE GRUPO: <u>12192 D021</u>	MUESTREO POR: (Marcar con una "X")	FRECUENCIA: (Marcar con una "X")	CLIENTE: <u>EYTECS</u>
N° ORDEN DE SERVICIO:	ALS: <input type="checkbox"/>	PERIÓDICO: <input type="checkbox"/>	PERSONA DE CONTACTO: <u>MILTON HENERA</u>
N° PROCESO: <u>3059-1</u>	CLIENTE: <input checked="" type="checkbox"/>	NO PERIÓDICO: <input checked="" type="checkbox"/>	PROYECTO: <u>(*)</u>
N° PLAN DE MUESTREO:			LUGAR DE PROCEDENCIA: <u>JULIACA</u>

ESTACIÓN DE MUESTREO	DESCRIPCIÓN DE LA ESTACIÓN DE MUESTREO	GEOREFERENCIA (UTM)	MATERIAL PARTICULADO						SOLUCIONES CAPTADORAS: <input type="checkbox"/> GASES ATMOSFÉRICOS				EQUIPOS AUTOMÁTICOS: <input type="checkbox"/>		CÓDIGO LABORATORIO	METEOROLOGÍA	OBSERVACIONES				
			MUESTREO 24 Horas (Marcar con una "X")				Período de muestreo	FECHA (dd/mm/yy)	DH (pulg. H <sub>2</sub> O, solo en caso de HV)	MUESTREO 24 Horas	MUESTREO 8 Horas	MUESTREO 4 Horas	MUESTREO 1 Hora								
		PARTÍCULAS		PTS	PM 10	PM 2,5															
CA-01	EN LA AZOTEA DE UNA CASA AL FRENTE DEL MERCADO PEORO VILCAPAZA	N: 8287789 E: 0379327 Altitud: 3823 Zona: 19L	Ensayos adicionales requeridos		HV <input type="checkbox"/>	HV <input type="checkbox"/>	HV <input type="checkbox"/>	Inicio				SO <sub>2</sub> <input checked="" type="checkbox"/>	NO <sub>2</sub> <input type="checkbox"/>	CO <input checked="" type="checkbox"/>	BENCENO <input type="checkbox"/>	NO <sub>2</sub> <input checked="" type="checkbox"/>	114713	EVALUACION DE LA CALIDAD DE AIRE SEGUN LOS NIVELES DE CONCENTRACION DE SO <sub>2</sub> , NO <sub>2</sub> , CO y O <sub>3</sub> EN PUNTOS CRITICOS DE LA CIUDAD DE JULIACA (*)			
			PESAJE		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Final						CO <input type="checkbox"/>	HCT-HEX <input type="checkbox"/>	O <sub>3</sub> <input checked="" type="checkbox"/>			VOC'S <input type="checkbox"/>	CO <input type="checkbox"/>	
			METALES ICP MS		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>														
			METALES ICP OES		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>														
			ANIONES		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>														
		Código de Filtro							Fecha/Hora (I)	Fecha/Hora (I)	Fecha/Hora (I)	Fecha/Hora (I)	Fecha/Hora (I)	Fecha/Hora (I)	Fecha/Hora (I)						
		Código de Filtro							Fecha/Hora (F)	Fecha/Hora (F)	Fecha/Hora (F)	Fecha/Hora (F)	Fecha/Hora (F)	Fecha/Hora (F)	Fecha/Hora (F)						
		Código de Filtro							Fecha/Hora (I)	Fecha/Hora (I)	Fecha/Hora (I)	Fecha/Hora (I)	Fecha/Hora (I)	Fecha/Hora (I)	Fecha/Hora (I)						
		Código de Filtro							Fecha/Hora (F)	Fecha/Hora (F)	Fecha/Hora (F)	Fecha/Hora (F)	Fecha/Hora (F)	Fecha/Hora (F)	Fecha/Hora (F)						

DATOS DE ENVÍO: (INDICADOS POR EL CLIENTE)		EQUIPOS EMPLEADOS	
Entregado por:		DESCRIPCIÓN	CÓDIGO INTERNO O NÚMERO DE SERIE
Fecha (dd/mm/yy):	Hora (hh:mm)	<u>TREN DE MUESTREO ROTAMETRO ESTACION METEOROLOGICA</u>	<u>EL TM 10 EL RO 07 EL EM 06</u>
Comentarios			

CONDICIÓN DE RECEPCIÓN DE LA MUESTRA (PARA USO DEL LABORATORIO):	
En buen estado	SI NO
Recipiente apropiado	SI NO
Dentro del tiempo de conservación	SI NO
Correctamente preservadas	SI NO

NOTA:  
 PM 10: Material Particulado < 10 micras      NO<sub>2</sub>: Dióxido de Nitrógeno      HCNM: Hidrocarburos no Metano      O<sub>3</sub>: Ozono  
 PM 2,5: Material Particulado < 2,5 micras      NOx: Oxidos de Nitrógeno      SO<sub>2</sub>: Dióxido de Azufre      HCT: Hidrocarburos Totales  
 PTS: Partículas Totales en Suspensión      H<sub>2</sub>S: Sulfuro de Hidrógeno      HCT-HEX: Hidrocarburos Totales expresados como Hexano      F: Final de muestreo  
 CO: Monóxido de Carbono      LV: Low Vol (Bajo Volumen)      VOC'S: Compuestos Orgánicos Volátiles  
 DH (pulg. H<sub>2</sub>O): Diferencial de presión      HV: High Vol (Alto Volumen)      I: Inicio de muestreo

Responsable del muestreo	
Nombre: <u>CRISTIAN RAFAEL QUIZANA BARRGOA</u>	
Fecha(dd/mm/yy): <u>06-03-2021</u>	
	Firma

Representante del cliente	
Nombre: <u>JEANETTE JUSTO ARACAY</u>	
Fecha(dd/mm/yy): <u>06-03-2021</u>	
	Firma (Opcional)

Recepción de muestras	
Nombre: <u>Rafael Manzanera</u>	
Fecha(dd/mm/yy): <u>08-03</u>	Hora (hh:mm): <u>11:00</u>
	Firma



# CADENA DE CUSTODIA - MONITOREO CALIDAD DE AIRE

Sede CERCADO:  
Av. República de Argentina 1859 Urb. Industrial Conde, Lima  
Teléfono: 01-4889500 SALME.ServicioalCliente@alsglobal.com

Sede AREQUIPA:  
Av. Dolores 167 José Luis Bustamante y Rivero, Arequipa  
Teléfono: 054-424570 SAARE.ServicioalCliente@alsglobal.com

N° DE GRUPO: <u>12389/2021</u>	MUESTREO POR: (Marcar con una "X")	FRECUENCIA: (Marcar con una "X")	CLIENTE: <u>EXIECS</u>
N° ORDEN DE SERVICIO:	ALS: <input type="checkbox"/>	PERIÓDICO: <input type="checkbox"/>	PERSONA DE CONTACTO: <u>MILTON LIERENA</u>
N° PROCESO: <u>305</u>	CLIENTE: <input checked="" type="checkbox"/>	NO PERIÓDICO: <input checked="" type="checkbox"/>	PROYECTO: <u>(X)</u>
N° PLAN DE MUESTREO:			LUGAR DE PROCEDENCIA: <u>JULIACA.</u>

ESTACIÓN DE MUESTREO	DESCRIPCIÓN DE LA ESTACIÓN DE MUESTREO	GEOREFERENCIA (UTM)	MATERIAL PARTICULADO						SOLUCIONES CAPTADORAS: <input type="checkbox"/>				GASES ATMOSFÉRICOS: <input type="checkbox"/>				CÓDIGO LABORATORIO	METEOROLOGÍA	OBSERVACIONES	
			MUESTREO 24 Horas (Marcar con una "X")				Periodo de muestreo	FECHA (dd/mm/yy)	DH (pulg. H <sub>2</sub> O, solo en caso de HV)	MUESTREO 24 Horas	MUESTREO 6 Horas	MUESTREO 4 Horas	MUESTREO 1 Hora							
			PARTÍCULAS	PTS	PM 10	PM 2.5														
CA-08	EN LA AZOTCA DE UNA CASA EN JR. IGNACIO MIRANDA SANTA BARBARA	N: 8287157 E: 0378189 Altitud: 3821 Zona: 19L	Ensayos adicionales requeridos	HV <input type="checkbox"/>	HV <input type="checkbox"/>	HV <input type="checkbox"/>	Inicio				SO <sub>2</sub> <input checked="" type="checkbox"/>	NO <sub>2</sub> <input type="checkbox"/>	CO <input checked="" type="checkbox"/>	BENCENO <input type="checkbox"/>	NO <sub>2</sub> <input checked="" type="checkbox"/>	122165		EVALUACION DE LA CALIDAD DEL AIRE NIVELES DE CONCENTRACION DE SO2 O3 EN PUNTO CRITICOS DE LA CIUDAD DE JULIACA		
			PESAJE	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Final					H <sub>2</sub> S <input type="checkbox"/>	HCT <input type="checkbox"/>	O <sub>3</sub> <input checked="" type="checkbox"/>	VOC'S <input type="checkbox"/>				CO <input type="checkbox"/>	
			METALES ICP MS	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>							CO <input type="checkbox"/>	HCT-HEX <input type="checkbox"/>						
			METALES ICP OES	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>							O <sub>3</sub> <input type="checkbox"/>	HCNM <input type="checkbox"/>						
			ANIONES	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>														
			Código de Filtro																	
CA-03	EN LA AZOTCA DE UNA CASA AL FRENTE DE LA PLAZA "SAN JOSE"	N: 8287956 E: 0379055 Altitud: 3823 Zona: 19L	Ensayos adicionales requeridos	HV <input type="checkbox"/>	HV <input type="checkbox"/>	HV <input type="checkbox"/>	Inicio				SO <sub>2</sub> <input checked="" type="checkbox"/>	NO <sub>2</sub> <input type="checkbox"/>	CO <input checked="" type="checkbox"/>	BENCENO <input type="checkbox"/>	NO <sub>2</sub> <input checked="" type="checkbox"/>	122165				
			PESAJE	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Final					H <sub>2</sub> S <input type="checkbox"/>	HCT <input type="checkbox"/>	O <sub>3</sub> <input checked="" type="checkbox"/>	VOC'S <input type="checkbox"/>				CO <input type="checkbox"/>	
			METALES ICP MS	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>							CO <input type="checkbox"/>	HCT-HEX <input type="checkbox"/>						
			METALES ICP OES	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>							O <sub>3</sub> <input type="checkbox"/>	HCNM <input type="checkbox"/>						
			ANIONES	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>														
			Código de Filtro																	
		N: E: Altitud: Zona:	Ensayos adicionales requeridos	HV <input type="checkbox"/>	HV <input type="checkbox"/>	HV <input type="checkbox"/>	Inicio				SO <sub>2</sub> <input type="checkbox"/>	NO <sub>2</sub> <input type="checkbox"/>	CO <input type="checkbox"/>	BENCENO <input type="checkbox"/>	NO <sub>2</sub> <input type="checkbox"/>					
			PESAJE	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Final					H <sub>2</sub> S <input type="checkbox"/>	HCT <input type="checkbox"/>	O <sub>3</sub> <input type="checkbox"/>	VOC'S <input type="checkbox"/>				CO <input type="checkbox"/>	
			METALES ICP MS	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>							CO <input type="checkbox"/>	HCT-HEX <input type="checkbox"/>						
			METALES ICP OES	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>							O <sub>3</sub> <input type="checkbox"/>	HCNM <input type="checkbox"/>						
			ANIONES	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>														
			Código de Filtro																	

DATOS DE ENVÍO: (INDICADOS POR EL CLIENTE)				EQUIPOS EMPLEADOS			
Entregado por:	Hora (hh:mm)			DESCRIPCIÓN		CÓDIGO INTERNO O NÚMERO DE SERIE	
Fecha (dd/mm/yy):				TREN DE MUESTREO		EL TM 10	
Comentarios:				ROTA METRO		EL RO 07	
CONDICIÓN DE RECEPCIÓN DE LA MUESTRA (PARA USO DEL LABORATORIO):				ESTACION METEOROLOGICO			
En buen estado	SI	NO					
Recipiente apropiado	SI	NO					
Dentro del tiempo de conservación	SI	NO					
Correctamente preservadas	SI	NO					
<b>NOTA:</b> PM 10: Material Particulado < 10 micras      NO <sub>2</sub> : Dióxido de Nitrógeno      HCNM: Hidrocarburos no Melano      O <sub>3</sub> : Ozono PM 2,5: Material Particulado < 2,5 micras      NOx: Oxidos de Nitrógeno      SO <sub>2</sub> : Dióxido de Azufre      HCT: Hidrocarburos Totales PTS: Partículas Totales en Suspensión      H <sub>2</sub> S: Sulfuro de Hidrógeno      HCT-HEX: Hidrocarburos Totales expresados como Hexano      F: Final de muestreo CO: Monóxido de Carbono      LV: Low Vol (Bajo Volumen)      VOC's: Compuestos Orgánicos Volátiles DH (pulg. H <sub>2</sub> O): Diferencial de presión      HV: High Vol (Alto Volumen)      I: Inicio de muestreo							

09 MAR 2021

Responsable del muestreo	
Nombre: <u>CRISTIAN RAFAEL QUIZANA BARRERA</u>	
Fecha(dd/mm/yy): <u>08/03/2021</u>	
Firma	

Representante del cliente	
Nombre: <u>JEANNETTE JUSTO ARACAYO</u>	
Fecha(dd/mm/yy): <u>08/03/2021</u>	
Firma (Opcional)	

Recepción de muestras	
Nombre: <u>Quilman, Marcos</u>	
Fecha(dd/mm/yy): <u>09-03</u> Hora (hh:mm): <u>15:09</u>	
Firma	



CADENA DE CUSTODIA - MONITOREO CALIDAD DE AIRE

Sede CERCADO: Av. República de Argentina 1859 Urb. Industrial Conde, Lima Teléfono: 01-4889500 SALME.ServicioalCliente@alsglobal.com

Sede AREQUIPA: Av. Dolores 167 José Luis Bustamante y Rivero, Arequipa Teléfono: 054-424570 SAARE.ServicioalCliente@alsglobal.com

Formulario de identificación de muestra con campos para grupo, orden de servicio, proceso, plan de muestreo, cliente, frecuencia, cliente, persona de contacto, proyecto y lugar de procedencia.

Tabla principal de muestreo con columnas para estación de muestreo, descripción de la estación, georeferencia, material particulado, soluciones captadoras, gases atmosféricos, equipos automáticos, código laboratorio, meteorología y observaciones.

Sección de datos de envío y recepción de la muestra, incluyendo comentarios, condición de recepción, nota de instrucciones y equipos empleados.

Formulario de firma del responsable del muestreo: CRISTIAN RAFAEL QUIZANA BARRERA, 10/03/2021.

Formulario de firma del representante del cliente: JEANETTE JUSTO ARACAYO, 10/03/2021.

Formulario de firma de recepción de la muestra: Juan Manuel, 11-03, 11:40.





CADENA DE CUSTODIA - MONITOREO CALIDAD DE AIRE

Sede CERCADO: Av. República de Argentina 1859 Urb. Industrial Conde, Lima

Sede AREQUIPA: Av. Dolores 167 José Luis Bustamante y Rivero, Arequipa

Formulario de identificación de muestra con campos para grupo, orden de servicio, frecuencia, cliente y persona de contacto.

Tabla principal de muestreo con columnas para estación, descripción, georeferencia, material particulado, soluciones captadoras y equipos automáticos.

Sección de datos de envío y equipos empleados, incluyendo descripción de los instrumentos utilizados.

Formulario de firma del responsable del muestreo: RAFAEL URIZANA BARRERA.

Formulario de firma del representante del cliente: JEANETTE JUSTO ARACAYO.

Formulario de recepción de muestras con fecha 13 MAR 2021 y hora 10:45.



CADENA DE CUSTODIA - MONITOREO CALIDAD DE AIRE

Sede CERCADO: Av. República de Argentina 1859 Urb. Industrial Conde, Lima  
Teléfono: 01-4889500 SALME.ServicioalCliente@alsglobal.com

Sede AREQUIPA: Av. Dolores 167 José Luis Bustamante y Rivero, Arequipa  
Teléfono: 054-424570 SAARE.ServicioalCliente@alsglobal.com

N° DE GRUPO: 13662 2021
N° ORDEN DE SERVICIO:
N° PROCESO: 3059-9
MUESTREO POR: (Marcar con una "X")
FRECUENCIA: (Marcar con una "X")
CLIENTE:
PERSONA DE CONTACTO: EYLECTS MILTON HERENA
PROYECTO: (\*)
LUGAR DE PROCEDENCIA: JULIACA

Table with columns: ESTACIÓN DE MUESTREO, DESCRIPCIÓN DE LA ESTACIÓN DE MUESTREO, GEOREFERENCIA (UTM), MUESTREO 24 Horas, Período de muestreo, FECHA, DH, SOLUCIONES CAPTADORAS, GASES ATMOSFÉRICOS, EQUIPOS AUTOMÁTICOS, CÓDIGO LABORATORIO, METEOROLOGÍA, OBSERVACIONES. Includes rows for CA-02 and CA-05.

DATOS DE ENVÍO: (INDICADOS POR EL CLIENTE)
Entregado por:
Fecha (dd/mm/yy):
Comentarios:
EQUIPOS EMPLEADOS:
DESCRIPCIÓN: TREN DE MUESTREO ROTAMETRO ESTACION METEOROLOGICA
CÓDIGO INTERNO O NÚMERO DE SERIE: EL TM 04, EL RM 01, EL EM 02

CONDICIÓN DE RECEPCIÓN DE LA MUESTRA (PARA USO DEL LABORATORIO):
En buen estado: SI NO
Recipiente apropiado: SI NO
Dentro del tiempo de conservación: SI NO
Correctamente preservadas: SI NO

NOTA:
PM 10: Material Particulado < 10 micras
PM 2.5: Material Particulado < 2,5 micras
PTS: Partículas Totales en Suspensión
CO: Monóxido de Carbono
DH (pulg. H2O): Diferencial de presión
NO2: Dióxido de Nitrógeno
NOx: Oxidos de Nitrógeno
H2S: Sulfuro de Hidrógeno
LV: Low Vol (Bajo Volumen)
HV: High Vol (Alto Volumen)
HCNM: Hidrocarburos no Metano
O3: Ozono
SO2: Dióxido de Azufre
HCT-HEX: Hidrocarburos Totales expresados como Hexano
VOC'S: Compuestos Orgánicos Volátiles
I: Inicio de muestreo
F: Final de muestreo

Responsable del muestreo: RAFAEL QUIZANA BARRERA
Representante del cliente: JEANETTE JUSTO DRACAY
Recepción de muestras: Nombre: Ana Maria, Fecha: 15-03-2021 Hora: 10:00

**Anexo 6**

**Procesamiento de la data de los niveles de  
concentración**



Procesamiento de la data de las concentraciones

ENERO

Cuadro 01: Cálculo de concentración de SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, CO y O<sub>3</sub> para el punto crítico “Pedro Vilcapaza”

Estación	Parámetro	Caudal de Muestreo (L/min)	Tiempo de Muestreo (min)	Volumen de Muestreo (m <sup>3</sup> )	Temperatura de Muestreo (°C)	Temperatura de Muestreo (K)	Temperatura Estándar (K)	Presión de Muestreo (mBar)	Presión Estándar (mBar)	Volumen Estándar (m <sup>3</sup> )	Peso (µg)	cc (µg/m <sup>3</sup> )
CA-01	SO <sub>2</sub>	0.2	1440	0.29	10.5	283.7	298.15	642.3	1013.25	0.1919	< 3.951	20.590
	NO <sub>2</sub>	0.5	60	0.03	10.5	283.7	298.15	642.3	1013.25	0.0200	0.509	25.464
	CO	0.5	480	0.24	10.5	283.7	298.15	642.3	1013.25	0.1599	728	4552.467
	O <sub>3</sub>	0.5	480	0.24	10.5	283.7	298.15	642.3	1013.25	0.1599	< 0.414	2.589

Cuadro 02: Cálculo de concentración de SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, CO y O<sub>3</sub> para el punto crítico “Centro Comercial III”

Estación	Parámetro	Caudal de Muestreo (L/min)	Tiempo de Muestreo (min)	Volumen de Muestreo (m <sup>3</sup> )	Temperatura de Muestreo (°C)	Temperatura de Muestreo (K)	Temperatura Estándar (K)	Presión de Muestreo (mBar)	Presión Estándar (mBar)	Volumen Estándar (m <sup>3</sup> )	Peso (µg)	cc (µg/m <sup>3</sup> )
CA-02	SO <sub>2</sub>	0.2	1440	0.29	10.9	284.1	298.15	642.2	1013.25	0.1916	< 3.951	20.622
	NO <sub>2</sub>	0.5	60	0.03	10.9	284.1	298.15	642.2	1013.25	0.0200	0.629	31.516
	CO	0.5	480	0.24	10.9	284.1	298.15	642.2	1013.25	0.1597	204	1277.689
	O <sub>3</sub>	0.5	480	0.24	10.9	284.1	298.15	642.2	1013.25	0.1597	< 0.414	2.593

Cuadro 03: Cálculo de concentración de SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, CO y O<sub>3</sub> para el punto crítico “Plaza San José”

Estación	Parámetro	Caudal de Muestreo (L/min)	Tiempo de Muestreo (min)	Volumen de Muestreo (m <sup>3</sup> )	Temperatura de Muestreo (°C)	Temperatura de Muestreo (K)	Temperatura Estándar (K)	Presión de Muestreo (mBar)	Presión Estándar (mBar)	Volumen Estándar (m <sup>3</sup> )	Peso (µg)	cc (µg/m <sup>3</sup> )
CA-03	SO <sub>2</sub>	0.2	1440	0.29	9.7	282.9	298.15	642.9	1013.25	0.1926	< 3.951	20.512
	NO <sub>2</sub>	0.5	60	0.03	9.7	282.9	298.15	642.9	1013.25	0.0201	0.284	14.154
	CO	0.5	480	0.24	9.7	282.9	298.15	642.9	1013.25	0.1605	< 150	934.490
	O <sub>3</sub>	0.5	480	0.24	9.7	282.9	298.15	642.9	1013.25	0.1605	< 0.414	2.579

Cuadro 04: Cálculo de concentración de SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, CO y O<sub>3</sub> para el punto crítico “Plaza Vea”

Estación	Parámetro	Caudal de Muestreo (L/min)	Tiempo de Muestreo (min)	Volumen de Muestreo (m <sup>3</sup> )	Temperatura de Muestreo (°C)	Temperatura de Muestreo (K)	Temperatura Estándar (K)	Presión de Muestreo (mBar)	Presión Estándar (mBar)	Volumen Estándar (m <sup>3</sup> )	Peso (µg)	cc (µg/m <sup>3</sup> )
CA-04	SO <sub>2</sub>	0.2	1440	0.29	12.9	286.1	298.15	642.9	1013.25	0.1905	< 3.951	20.745
	NO <sub>2</sub>	0.5	60	0.03	12.9	286.1	298.15	642.9	1013.25	0.0198	0.232	11.694
	CO	0.5	480	0.24	12.9	286.1	298.15	642.9	1013.25	0.1587	1354	8531.258
	O <sub>3</sub>	0.5	480	0.24	12.9	286.1	298.15	642.9	1013.25	0.1587	< 0.414	2.609

Cuadro 05: Cálculo de concentración de SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, CO y O<sub>3</sub> para el punto crítico “Mercado Manco Cápac”

Estación	Parámetro	Caudal de Muestreo (L/min)	Tiempo de Muestreo (min)	Volumen de Muestreo (m <sup>3</sup> )	Temperatura de Muestreo (°C)	Temperatura de Muestreo (K)	Temperatura Estándar (K)	Presión de Muestreo (mBar)	Presión Estándar (mBar)	Volumen Estándar (m <sup>3</sup> )	Peso (µg)	cc (µg/m <sup>3</sup> )
CA-05	SO <sub>2</sub>	0.2	1440	0.29	10.2	283.4	298.15	643.2	1013.25	0.1924	< 3.951	20.540
	NO <sub>2</sub>	0.5	60	0.03	10.2	283.4	298.15	643.2	1013.25	0.0200	0.358	17.867
	CO	0.5	480	0.24	10.2	283.4	298.15	643.2	1013.25	0.1603	< 150	935.760
	O <sub>3</sub>	0.5	480	0.24	10.2	283.4	298.15	643.2	1013.25	0.1603	< 0.414	2.583

Procesamiento de la data de las concentraciones

Cuadro 06: Cálculo de concentración de SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, CO y O<sub>3</sub> para el punto crítico “Mercado Tupac Amaru”

Estación	Parámetro	Caudal de Muestreo (L/min)	Tiempo de Muestreo (min)	Volumen de Muestreo (m <sup>3</sup> )	Temperatura de Muestreo (°C)	Temperatura de Muestreo (K)	Temperatura Estándar (K)	Presión de Muestreo (mBar)	Presión Estándar (mBar)	Volumen Estándar (m <sup>3</sup> )	Peso (µg)	cc (µg/m <sup>3</sup> )
CA-06	SO <sub>2</sub>	0.2	1440	0.29	9.8	283.0	298.15	643.8	1013.25	0.1928	< 3.951	20.491
	NO <sub>2</sub>	0.5	60	0.03	9.8	283.0	298.15	643.8	1013.25	0.0201	0.534	26.586
	CO	0.5	480	0.24	9.8	283.0	298.15	643.8	1013.25	0.1607	930	5787.783
	O <sub>3</sub>	0.5	480	0.24	9.8	283.0	298.15	643.8	1013.25	0.1607	< 0.414	2.576

Cuadro 07: Cálculo de concentración de SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, CO y O<sub>3</sub> para el punto crítico “Centro Comercial II”

Estación	Parámetro	Caudal de Muestreo (L/min)	Tiempo de Muestreo (min)	Volumen de Muestreo (m <sup>3</sup> )	Temperatura de Muestreo (°C)	Temperatura de Muestreo (K)	Temperatura Estándar (K)	Presión de Muestreo (mBar)	Presión Estándar (mBar)	Volumen Estándar (m <sup>3</sup> )	Peso (µg)	cc (µg/m <sup>3</sup> )
CA-07	SO <sub>2</sub>	0.2	1440	0.29	7.9	281.1	298.15	644.7	1013.25	0.1944	< 3.951	20.326
	NO <sub>2</sub>	0.5	60	0.03	7.9	281.1	298.15	644.7	1013.25	0.0202	0.773	38.177
	CO	0.5	480	0.24	7.9	281.1	298.15	644.7	1013.25	0.1620	< 150	926.016
	O <sub>3</sub>	0.5	480	0.24	7.9	281.1	298.15	644.7	1013.25	0.1620	< 0.414	2.556

Cuadro 08: Cálculo de concentración de SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, CO y O<sub>3</sub> para el punto crítico “Mercado Santa Barbara”

Estación	Parámetro	Caudal de Muestreo (L/min)	Tiempo de Muestreo (min)	Volumen de Muestreo (m <sup>3</sup> )	Temperatura de Muestreo (°C)	Temperatura de Muestreo (K)	Temperatura Estándar (K)	Presión de Muestreo (mBar)	Presión Estándar (mBar)	Volumen Estándar (m <sup>3</sup> )	Peso (µg)	cc (µg/m <sup>3</sup> )
CA-08	SO <sub>2</sub>	0.2	1440	0.29	10.2	283.4	298.15	644.0	1013.25	0.1926	< 3.951	20.513
	NO <sub>2</sub>	0.5	60	0.03	10.2	283.4	298.15	644.0	1013.25	0.0201	0.979	48.796
	CO	0.5	480	0.24	10.2	283.4	298.15	644.0	1013.25	0.1605	255	1588.723
	O <sub>3</sub>	0.5	480	0.24	10.2	283.4	298.15	644.0	1013.25	0.1605	< 0.414	2.579

Cuadro 09: Cálculo de concentración de SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, CO y O<sub>3</sub> para el punto crítico “Mercado Las Mercedes”

Estación	Parámetro	Caudal de Muestreo (L/min)	Tiempo de Muestreo (min)	Volumen de Muestreo (m <sup>3</sup> )	Temperatura de Muestreo (°C)	Temperatura de Muestreo (K)	Temperatura Estándar (K)	Presión de Muestreo (mBar)	Presión Estándar (mBar)	Volumen Estándar (m <sup>3</sup> )	Peso (µg)	cc (µg/m <sup>3</sup> )
CA-09	SO <sub>2</sub>	0.2	1440	0.29	9.8	283.0	298.15	643.0	1013.25	0.1926	< 3.951	20.516
	NO <sub>2</sub>	0.5	60	0.03	9.8	283.0	298.15	643.0	1013.25	0.0201	0.386	19.242
	CO	0.5	480	0.24	9.8	283.0	298.15	643.0	1013.25	0.1605	< 150	934.675
	O <sub>3</sub>	0.5	480	0.24	9.8	283.0	298.15	643.0	1013.25	0.1605	1.49	9.284

Procesamiento de la data de las concentraciones

MARZO

Cuadro 10: Cálculo de concentración de SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, CO y O<sub>3</sub> para el punto crítico “Pedro Vilcapaza”

Estación	Parámetro	Caudal de Muestreo (L/min)	Tiempo de Muestreo (min)	Volumen de Muestreo (m <sup>3</sup> )	Temperatura de Muestreo (°C)	Temperatura de Muestreo (K)	Temperatura Estándar (K)	Presión de Muestreo (mBar)	Presión Estándar (mBar)	Volumen Estándar (m <sup>3</sup> )	Peso (µg)	cc (µg/m <sup>3</sup> )
CA-01	SO <sub>2</sub>	0,2	1440	0,29	10,4	283,6	298,15	645,1	1013,25	0,1928	<3,951	20,493
	NO <sub>2</sub>	0,5	60	0,03	10,4	283,6	298,15	645,1	1013,25	0,0201	0,812	40,431
	CO	0,5	480	0,24	10,4	283,6	298,15	645,1	1013,25	0,1607	774	4817,740
	O <sub>3</sub>	0,5	480	0,24	10,4	283,6	298,15	645,1	1013,25	0,1607	<0,414	2,577

Cuadro 11: Cálculo de concentración de SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, CO y O<sub>3</sub> para el punto crítico “Centro Comercial III”

Estación	Parámetro	Caudal de Muestreo (L/min)	Tiempo de Muestreo (min)	Volumen de Muestreo (m <sup>3</sup> )	Temperatura de Muestreo (°C)	Temperatura de Muestreo (K)	Temperatura Estándar (K)	Presión de Muestreo (mBar)	Presión Estándar (mBar)	Volumen Estándar (m <sup>3</sup> )	Peso (µg)	cc (µg/m <sup>3</sup> )
CA-02	SO <sub>2</sub>	0,2	1440	0,29	10,5	283,7	298,15	645,9	1013,25	0,1930	<3,951	20,476
	NO <sub>2</sub>	0,5	60	0,03	10,5	283,7	298,15	645,9	1013,25	0,0201	0,490	24,378
	CO	0,5	480	0,24	10,5	283,7	298,15	645,9	1013,25	0,1608	<150	932,826
	O <sub>3</sub>	0,5	480	0,24	10,5	283,7	298,15	645,9	1013,25	0,1608	<0,414	2,575

Cuadro 12: Cálculo de concentración de SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, CO y O<sub>3</sub> para el punto crítico “Plaza San José”

Estación	Parámetro	Caudal de Muestreo (L/min)	Tiempo de Muestreo (min)	Volumen de Muestreo (m <sup>3</sup> )	Temperatura de Muestreo (°C)	Temperatura de Muestreo (K)	Temperatura Estándar (K)	Presión de Muestreo (mBar)	Presión Estándar (mBar)	Volumen Estándar (m <sup>3</sup> )	Peso (µg)	cc (µg/m <sup>3</sup> )
CA-03	SO <sub>2</sub>	0,2	1440	0,29	11,6	284,8	298,15	645,8	1013,25	0,1922	<3,951	20,557
	NO <sub>2</sub>	0,5	60	0,03	11,6	284,8	298,15	645,8	1013,25	0,0200	0,892	44,554
	CO	0,5	480	0,24	11,6	284,8	298,15	645,8	1013,25	0,1602	504	3146,783
	O <sub>3</sub>	0,5	480	0,24	11,6	284,8	298,15	645,8	1013,25	0,1602	<0,414	2,585

Cuadro 13: Cálculo de concentración de SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, CO y O<sub>3</sub> para el punto crítico “Plaza Vea”

Estación	Parámetro	Caudal de Muestreo (L/min)	Tiempo de Muestreo (min)	Volumen de Muestreo (m <sup>3</sup> )	Temperatura de Muestreo (°C)	Temperatura de Muestreo (K)	Temperatura Estándar (K)	Presión de Muestreo (mBar)	Presión Estándar (mBar)	Volumen Estándar (m <sup>3</sup> )	Peso (µg)	cc (µg/m <sup>3</sup> )
CA-04	SO <sub>2</sub>	0,2	1440	0,29	11,4	284,6	298,15	646,1	1013,25	0,1924	<3,951	20,534
	NO <sub>2</sub>	0,5	60	0,03	11,4	284,6	298,15	646,1	1013,25	0,0200	1,909	95,245
	CO	0,5	480	0,24	11,4	284,6	298,15	646,1	1013,25	0,1604	533	3324,090
	O <sub>3</sub>	0,5	480	0,24	11,4	284,6	298,15	646,1	1013,25	0,1604	<0,414	2,582

Cuadro 14: Cálculo de concentración de SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, CO y O<sub>3</sub> para el punto crítico “Mercado Manco Cápac”

Estación	Parámetro	Caudal de Muestreo (L/min)	Tiempo de Muestreo (min)	Volumen de Muestreo (m <sup>3</sup> )	Temperatura de Muestreo (°C)	Temperatura de Muestreo (K)	Temperatura Estándar (K)	Presión de Muestreo (mBar)	Presión Estándar (mBar)	Volumen Estándar (m <sup>3</sup> )	Peso (µg)	cc (µg/m <sup>3</sup> )
CA-05	SO <sub>2</sub>	0,2	1440	0,29	10,7	283,9	298,15	644,5	1013,25	0,1924	<3,951	20,533
	NO <sub>2</sub>	0,5	60	0,03	10,7	283,9	298,15	644,5	1013,25	0,0200	0,297	14,818
	CO	0,5	480	0,24	10,7	283,9	298,15	644,5	1013,25	0,1603	<150	935,466
	O <sub>3</sub>	0,5	480	0,24	10,7	283,9	298,15	644,5	1013,25	0,1603	<0,414	2,582

Procesamiento de la data de las concentraciones

Cuadro 15: Cálculo de concentración de SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, CO y O<sub>3</sub> para el punto crítico “Mercado Tupac Amaru”

Estación	Parámetro	Caudal de Muestreo (L/min)	Tiempo de Muestreo (min)	Volumen de Muestreo (m <sup>3</sup> )	Temperatura de Muestreo (°C)	Temperatura de Muestreo (K)	Temperatura Estándar (K)	Presión de Muestreo (mBar)	Presión Estándar (mBar)	Volumen Estándar (m <sup>3</sup> )	Peso (µg)	cc (µg/m <sup>3</sup> )
CA-06	SO <sub>2</sub>	0,2	1440	0,29	10,3	283,5	298,15	644,8	1013,25	0,1928	<3,951	20,495
	NO <sub>2</sub>	0,5	60	0,03	10,3	283,5	298,15	644,8	1013,25	0,0201	0,392	19,521
	CO	0,5	480	0,24	10,3	283,5	298,15	644,8	1013,25	0,1606	<150	933,713
	O <sub>3</sub>	0,5	480	0,24	10,3	283,5	298,15	644,8	1013,25	0,1606	<0,414	2,577

Cuadro 16: Cálculo de concentración de SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, CO y O<sub>3</sub> para el punto crítico “Centro Comercial II”

Estación	Parámetro	Caudal de Muestreo (L/min)	Tiempo de Muestreo (min)	Volumen de Muestreo (m <sup>3</sup> )	Temperatura de Muestreo (°C)	Temperatura de Muestreo (K)	Temperatura Estándar (K)	Presión de Muestreo (mBar)	Presión Estándar (mBar)	Volumen Estándar (m <sup>3</sup> )	Peso (µg)	cc (µg/m <sup>3</sup> )
CA-07	SO <sub>2</sub>	0,2	1440	0,29	10,3	283,5	298,15	645,7	1013,25	0,1930	<3,951	20,466
	NO <sub>2</sub>	0,5	60	0,03	10,3	283,5	298,15	645,7	1013,25	0,0201	0,369	18,350
	CO	0,5	480	0,24	10,3	283,5	298,15	645,7	1013,25	0,1609	<150	932,411
	O <sub>3</sub>	0,5	480	0,24	10,3	283,5	298,15	645,7	1013,25	0,1609	<0,414	2,573

Cuadro 17: Cálculo de concentración de SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, CO y O<sub>3</sub> para el punto crítico “Mercado Santa Barbara”

Estación	Parámetro	Caudal de Muestreo (L/min)	Tiempo de Muestreo (min)	Volumen de Muestreo (m <sup>3</sup> )	Temperatura de Muestreo (°C)	Temperatura de Muestreo (K)	Temperatura Estándar (K)	Presión de Muestreo (mBar)	Presión Estándar (mBar)	Volumen Estándar (m <sup>3</sup> )	Peso (µg)	cc (µg/m <sup>3</sup> )
CA-08	SO <sub>2</sub>	0,2	1440	0,29	10,7	283,9	298,15	645,7	1013,25	0,1928	<3,951	20,495
	NO <sub>2</sub>	0,5	60	0,03	10,7	283,9	298,15	645,7	1013,25	0,0201	1,879	93,572
	CO	0,5	480	0,24	10,7	283,9	298,15	645,7	1013,25	0,1606	456	2838,530
	O <sub>3</sub>	0,5	480	0,24	10,7	283,9	298,15	645,7	1013,25	0,1606	<0,414	2,577

Cuadro 18: Cálculo de concentración de SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, CO y O<sub>3</sub> para el punto crítico “Mercado Las Mercedes”

Estación	Parámetro	Caudal de Muestreo (L/min)	Tiempo de Muestreo (min)	Volumen de Muestreo (m <sup>3</sup> )	Temperatura de Muestreo (°C)	Temperatura de Muestreo (K)	Temperatura Estándar (K)	Presión de Muestreo (mBar)	Presión Estándar (mBar)	Volumen Estándar (m <sup>3</sup> )	Peso (µg)	cc (µg/m <sup>3</sup> )
CA-09	SO <sub>2</sub>	0,2	1440	0,29	10,9	284,1	298,15	645,7	1013,25	0,1926	<3,951	20,516
	NO <sub>2</sub>	0,5	60	0,03	10,9	284,1	298,15	645,7	1013,25	0,0201	1,526	76,049
	CO	0,5	480	0,24	10,9	284,1	298,15	645,7	1013,25	0,1605	<150	934,414
	O <sub>3</sub>	0,5	480	0,24	10,9	284,1	298,15	645,7	1013,25	0,1605	<0,414	2,579

## **Anexo 7**

# **Procesamiento de la data del índice de calidad del aire**

Procesamiento de la data del índice de calidad del aire (INCA)

Cuadro 01: Cálculo de índice de calidad de aire según SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, CO y O<sub>3</sub> para el punto crítico “Pedro Vilcapaza”

Estación	Parámetro	Concentración (µg/m <sup>3</sup> )	Intervalo de concentraciones (µg/m <sup>3</sup> )	Valor del INCA	Intervalo del INCA	Calificación	Color
CA-01	SO <sub>2</sub>	20.542	21-500	102.708	101-625	Mala	Anaranjado
	NO <sub>2</sub>	32.948	0-100	16.474	0-50	Buena	Verde
	CO	4685.104	0-5049	46.851	0-50	Buena	Verde
	O <sub>3</sub>	2.583	0-60	2.153	0-50	Buena	Verde

Cuadro 02: Cálculo de índice de calidad de aire según SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, CO y O<sub>3</sub> para el punto crítico “Centro Comercial III”

Estación	Parámetro	Concentración (µg/m <sup>3</sup> )	Intervalo de concentraciones (µg/m <sup>3</sup> )	Valor del INCA	Intervalo del INCA	Calificación	Color
CA-02	SO <sub>2</sub>	20.549	21-500	102.745	101-625	Mala	Anaranjado
	NO <sub>2</sub>	27.947	0-100	13.974	0-50	Buena	Verde
	CO	1105.258	0-5049	11.053	0-50	Buena	Verde
	O <sub>3</sub>	2.584	0-60	2.153	0-50	Buena	Verde

Cuadro 03: Cálculo de índice de calidad de aire según SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, CO y O<sub>3</sub> para el punto crítico “Plaza San José”

Estación	Parámetro	Concentración (µg/m <sup>3</sup> )	Intervalo de concentraciones (µg/m <sup>3</sup> )	Valor del INCA	Intervalo del INCA	Calificación	Color
CA-03	SO <sub>2</sub>	20.535	21-500	102.673	101-625	Mala	Anaranjado
	NO <sub>2</sub>	29.354	0-100	14.677	0-50	Buena	Verde
	CO	2040.637	0-5049	20.406	0-50	Buena	Verde
	O <sub>3</sub>	2.582	0-60	2.152	0-50	Buena	Verde

Cuadro 04: Cálculo de índice de calidad de aire según SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, CO y O<sub>3</sub> para el punto crítico “Plaza Vea”

Estación	Parámetro	Concentración (µg/m <sup>3</sup> )	Intervalo de concentraciones (µg/m <sup>3</sup> )	Valor del INCA	Intervalo del INCA	Calificación	Color
CA-04	SO <sub>2</sub>	20.640	21-500	103.198	101-625	Mala	Anaranjado
	NO <sub>2</sub>	53.470	0-100	26.735	0-50	Buena	Verde
	CO	5927.674	5050-10049	59.277	51-100	Moderada	Amarillo
	O <sub>3</sub>	2.596	0-60	2.163	0-50	Buena	Verde

Cuadro 05: Cálculo de índice de calidad de aire según SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, CO y O<sub>3</sub> para el punto crítico “Mercado Manco Cápac”

Estación	Parámetro	Concentración (µg/m <sup>3</sup> )	Intervalo de concentraciones (µg/m <sup>3</sup> )	Valor del INCA	Intervalo del INCA	Calificación	Color
CA-05	SO <sub>2</sub>	20.537	21-500	102.683	101-625	Mala	Anaranjado
	NO <sub>2</sub>	16.343	0-100	8.171	0-50	Buena	Verde
	CO	935.613	0-5049	9.356	0-50	Buena	Verde
	O <sub>3</sub>	2.583	0-60	2.152	0-50	Buena	Verde

Procesamiento de la data del índice de calidad del aire (INCA)

Cuadro 06: Cálculo de índice de calidad de aire según SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, CO y O<sub>3</sub> para el punto crítico “Mercado Tupac Amaru”

Estación	Parámetro	Concentración (µg/m <sup>3</sup> )	Intervalo de concentraciones (µg/m <sup>3</sup> )	Valor del INCA	Intervalo del INCA	Calificación	Color
CA-06	SO <sub>2</sub>	20.493	21-500	102.465	101-625	Mala	Anaranjado
	NO <sub>2</sub>	23.054	0-100	11.527	0-50	Buena	Verde
	CO	3360.748	0-5049	33.607	0-50	Buena	Verde
	O <sub>3</sub>	2.577	0-60	2.147	0-50	Buena	Verde

Cuadro 07: Cálculo de índice de calidad de aire según SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, CO y O<sub>3</sub> para el punto crítico “Centro Comercial II”

Estación	Parámetro	Concentración (µg/m <sup>3</sup> )	Intervalo de concentraciones (µg/m <sup>3</sup> )	Valor del INCA	Intervalo del INCA	Calificación	Color
CA-07	SO <sub>2</sub>	20.396	21-500	101.980	101-625	Mala	Anaranjado
	NO <sub>2</sub>	28.264	0-100	14.132	0-50	Buena	Verde
	CO	929.214	0-5049	9.292	0-50	Buena	Verde
	O <sub>3</sub>	2.565	0-60	2.137	0-50	Buena	Verde

Cuadro 08: Cálculo de índice de calidad de aire según SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, CO y O<sub>3</sub> para el punto crítico “Mercado Santa Barbara”

Estación	Parámetro	Concentración (µg/m <sup>3</sup> )	Intervalo de concentraciones (µg/m <sup>3</sup> )	Valor del INCA	Intervalo del INCA	Calificación	Color
CA-08	SO <sub>2</sub>	20.504	21-500	102.520	101-625	Mala	Anaranjado
	NO <sub>2</sub>	71.184	0-100	35.592	0-50	Buena	Verde
	CO	2213.627	0-5049	22.136	0-50	Buena	Verde
	O <sub>3</sub>	2.578	0-60	2.148	0-50	Buena	Verde

Cuadro 09: Cálculo de índice de calidad de aire según SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, CO y O<sub>3</sub> para el punto crítico “Mercado Las Mercedes”

Estación	Parámetro	Concentración (µg/m <sup>3</sup> )	Intervalo de concentraciones (µg/m <sup>3</sup> )	Valor del INCA	Intervalo del INCA	Calificación	Color
CA-09	SO <sub>2</sub>	20.513	21-500	102.565	101-625	Mala	Anaranjado
	NO <sub>2</sub>	47.646	0-100	23.823	0-50	Buena	Verde
	CO	934.545	0-5049	9.345	0-50	Buena	Verde
	O <sub>3</sub>	5.932	0-60	4.943	0-50	Buena	Verde

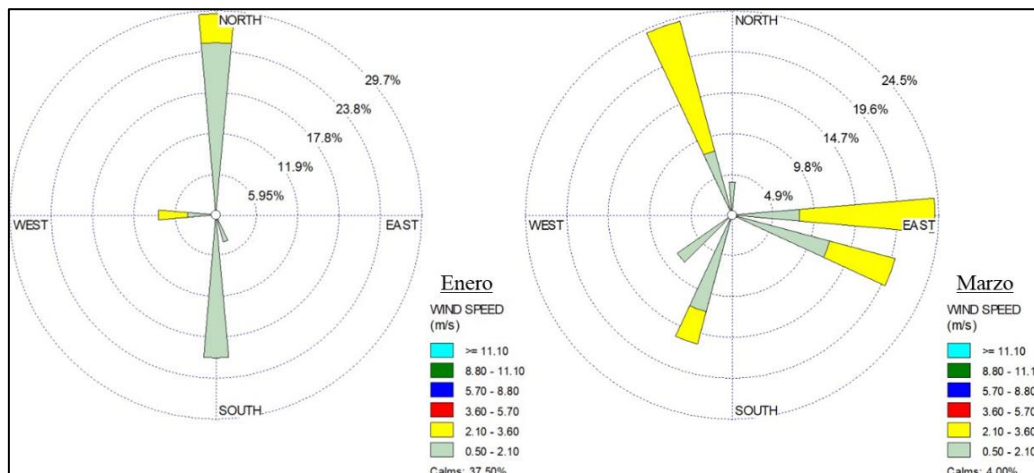
# **Anexo 8**

## **Rosa de viento**



### ESTACIÓN DE MONITOREO CA-01

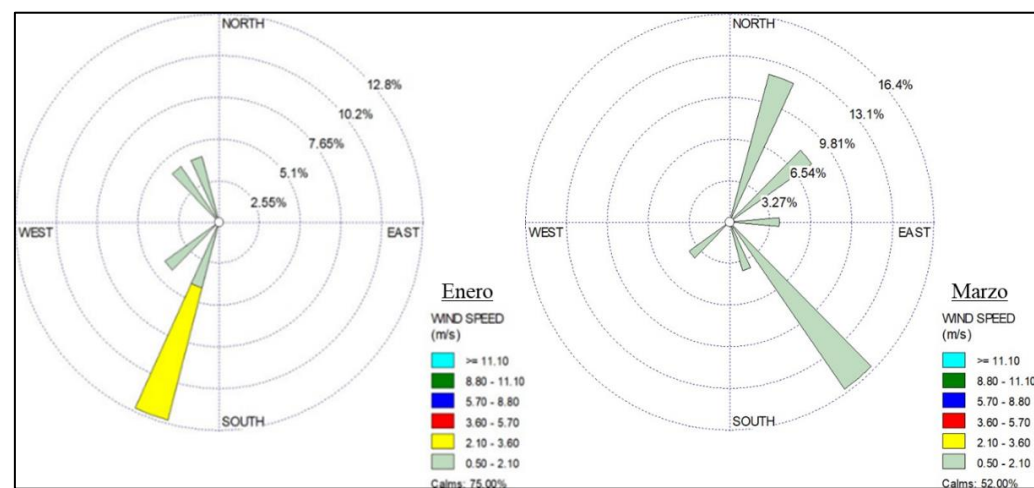
**Descripción:** Se aprecia que el punto crítico Mercado “Pedro Vilcapaza” (CA-01), tuvo unas velocidades de viento promedio de 0.9 m/s y 1.7 m/s; asimismo, se observó que las direcciones predominantes de los vientos fueron el norte (N) y el nor noroeste (NNW) para los meses enero y marzo respectivamente.



Mercado “Pedro Vilcapaza”			Coordenadas UTM – WGS84	
Monitoreo 1	Fecha	16/01/2021	Zona	19L
	Tiempo	24 horas	Este	379327
Monitoreo 2	Fecha	05/03/2021	Norte	8287789
	Tiempo	24 horas	Altitud	3823 msnm

### ESTACIÓN DE MONITOREO CA-02

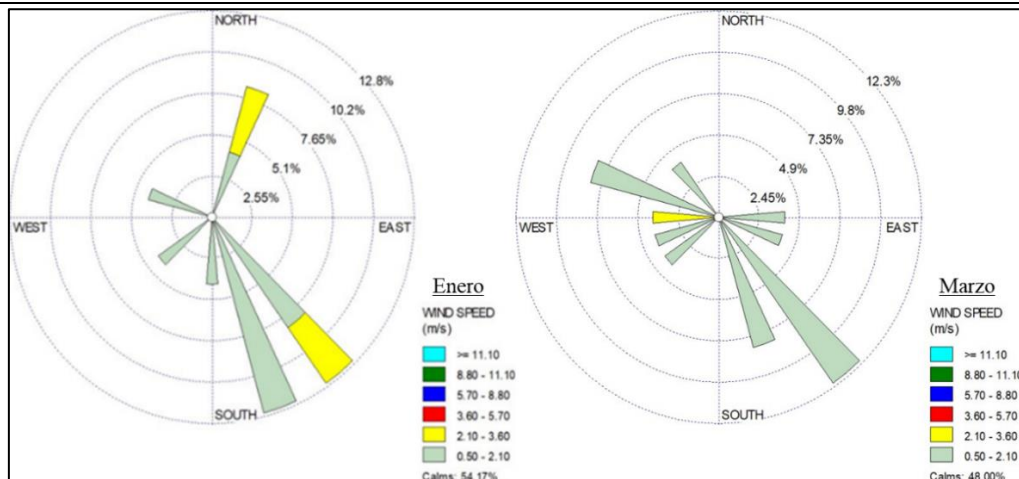
**Descripción:** Para la estación de monitoreo CA-02 (Centro comercial III), se mostró un 75% y 52% de vientos calmados, y las direcciones de vientos predominantes fueron sur suroeste (SSW) y sur sureste (SSE) para los meses de enero y marzo respectivamente, para ambos meses se obtuvo una velocidad de viento promedio de 0.5 m/s.



Centro comercial III			Coordenadas UTM – WGS84	
Monitoreo 1	Fecha	17/01/2021	Zona	19L
	Tiempo	24 horas	Este	378223
Monitoreo 2	Fecha	12/03/2021	Norte	8287287
	Tiempo	24 horas	Altitud	3821 msnm

### ESTACIÓN DE MONITOREO CA-03

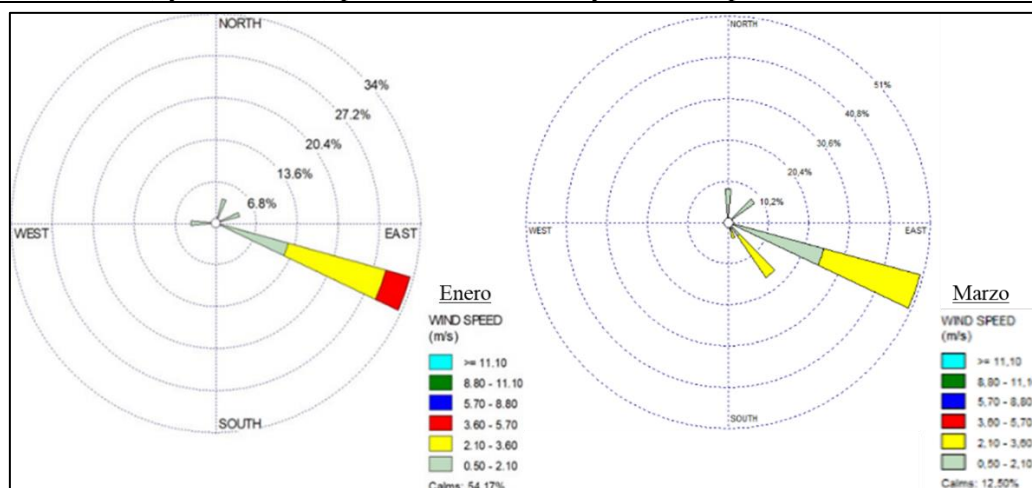
**Descripción:** Se puede notar que la estación CA-03 (Plaza “San José”) se reportó una calma de vientos en un 54.17% y 48%, y las direcciones de vientos predominantes fueron sureste (SE) y sur sureste (SSE) para los meses de enero y marzo respectivamente, para ambos meses se obtuvo un promedio de velocidad de viento de 0.8 m/s.



Plaza “San José”		Coordenadas UTM – WGS84		
Monitoreo 1	Fecha	18/01/2021	Zona	19L
	Tiempo	24 horas	Este	379055
Monitoreo 2	Fecha	07/03/2021	Norte	8287956
	Tiempo	24 horas	Altitud	3823 msnm

### ESTACIÓN DE MONITOREO CA-04

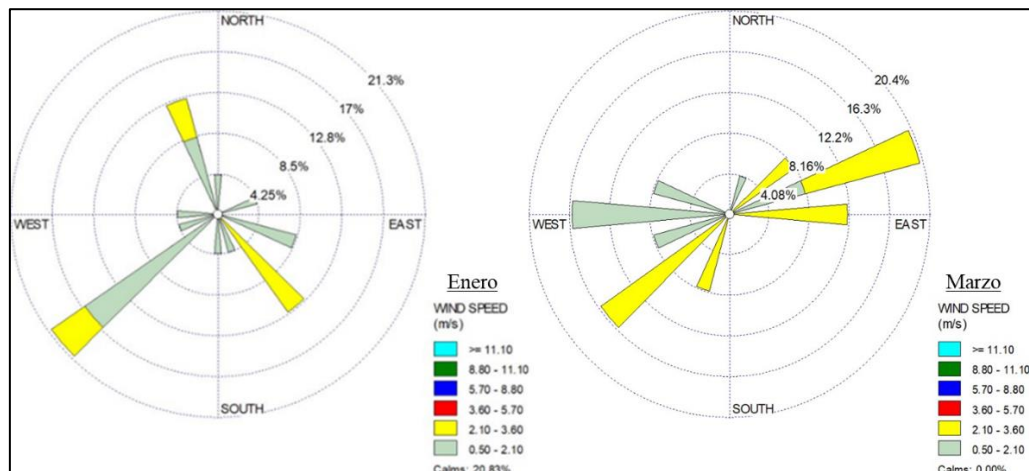
**Descripción:** Se muestra que la estación de monitoreo CA-04, el cual es el punto crítico “Plaza Vea”, tuvo velocidades de viento promedio de 1 m/s y 1.7 m/s, en donde resalta una máxima velocidad de 3.6 m/s; asimismo, se observó que las direcciones predominantes de los vientos fueron este sureste (ESE) y sureste (SE) para los meses enero y marzo respectivamente.



Plaza Vea		Coordenadas UTM – WGS84		
Monitoreo 1	Fecha	19/01/2021	Zona	19L
	Tiempo	24 horas	Este	378693
Monitoreo 2	Fecha	08/03/2021	Norte	8286747
	Tiempo	24 horas	Altitud	3826 msnm

### ESTACIÓN DE MONITOREO CA-05

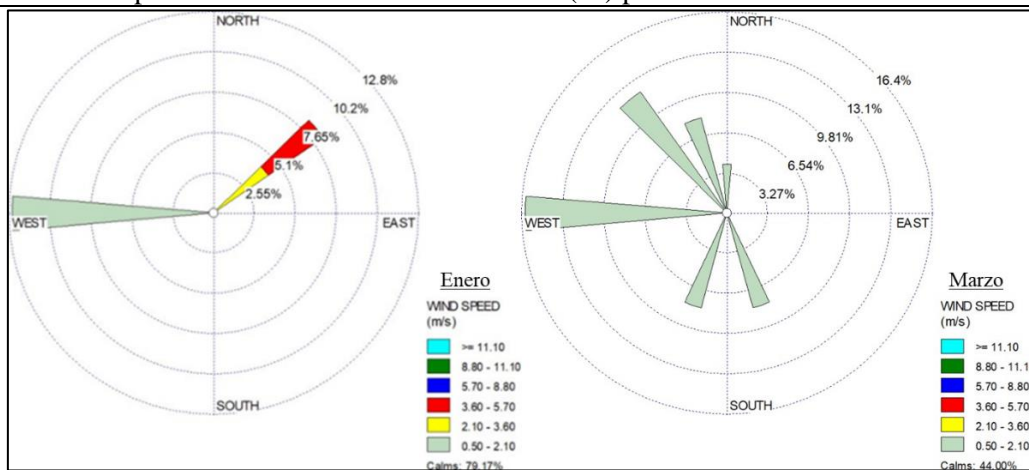
**Descripción:** Para la estación de monitoreo CA-05 (Mercado "Manco Cápac"), se observó que el 20.83% de los vientos estuvieron calmados para el mes de enero, las velocidades de viento fueron 1.3 m/s y 1.9 m/s y las direcciones de los vientos predominantes fueron suroeste (SW) para el mes de enero, y este noreste (ENE) para el mes de marzo.



Mercado "Manco Cápac"			Coordenadas UTM – WGS84	
Monitoreo 1	Fecha	20/01/2021	Zona	19L
	Tiempo	24 horas	Este	378649
Monitoreo 2	Fecha	13/03/2021	Norte	8287622
	Tiempo	24 horas	Altitud	3825 msnm

### ESTACIÓN DE MONITOREO CA-06

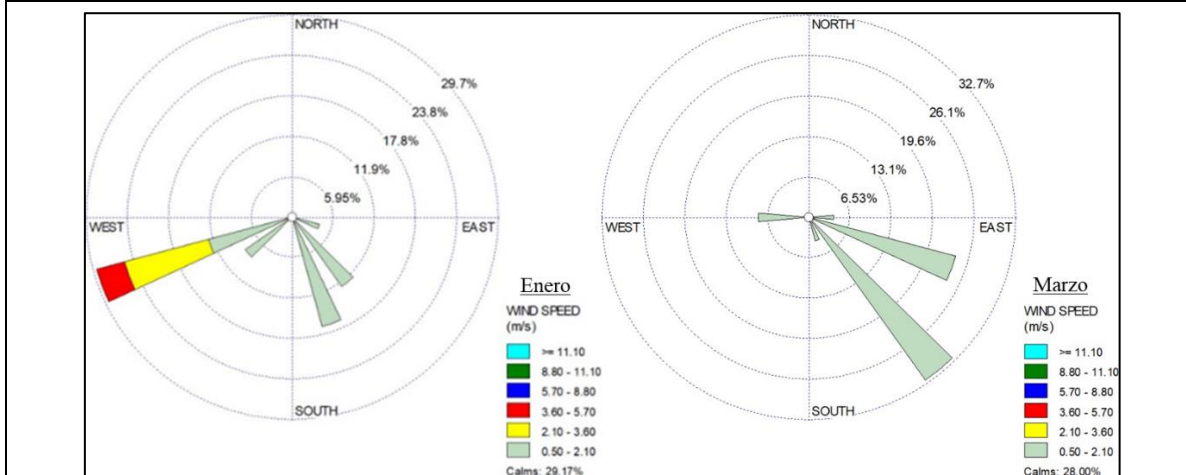
**Descripción:** Se observa que la estación de monitoreo CA-06, el cual es el punto crítico Mercado "Tupac Amaru" tuvo una velocidad de viento promedio de 0.5 m/s y 0.9 m/s en los meses de enero y marzo, pero el mes de enero mostró una velocidad máxima entre 3.6 – 5.7 m/s; también, se observó que la dirección predominante del viento fue el oeste (W) para los dos meses.



Mercado "Tupac Amaru"			Coordenadas UTM – WGS84	
Monitoreo 1	Fecha	21/01/2021	Zona	19L
	Tiempo	24 horas	Este	379302
Monitoreo 2	Fecha	10/03/2021	Norte	8287180
	Tiempo	24 horas	Altitud	3824 msnm

### ESTACIÓN DE MONITOREO CA-07

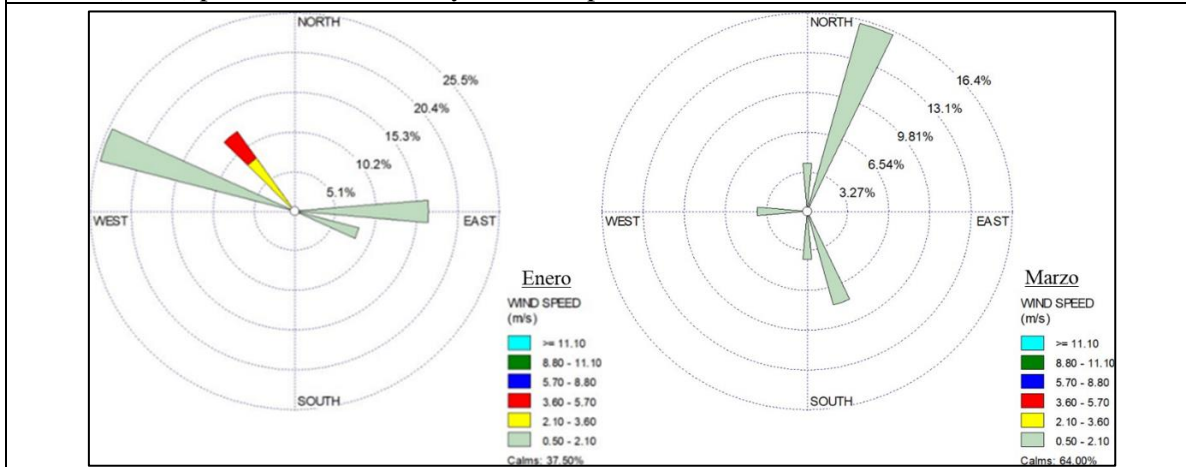
**Descripción:** La estación de monitoreo CA-07 (Centro Comercial II) tuvo una velocidad de viento promedio de 1.2 m/s en enero y 1 m/s en marzo, pero el mes de enero mostró una velocidad máxima entre 3.6 – 5.7 m/s; asimismo, se observó que las direcciones predominantes del viento fueron el oeste suroeste (WSW) y sureste (SE) para los meses enero y marzo.



Centro Comercial II			Coordenadas UTM – WGS84	
Monitoreo 1	Fecha	22/01/2021	Zona	19L
	Tiempo	24 horas	Este	378501
Monitoreo 2	Fecha	11/03/2021	Norte	8286861
	Tiempo	24 horas	Altitud	3822 msnm

### ESTACIÓN DE MONITOREO CA-08

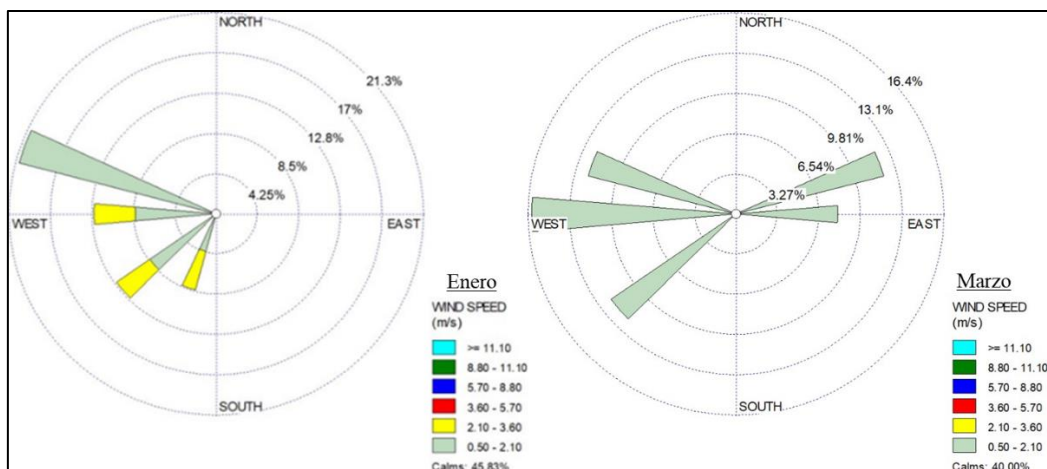
**Descripción:** Se puede notar que la estación de monitoreo CA-08 (Mercado "Santa Barbara") tuvo mayor velocidad de viento el mes de enero que el de marzo, con un promedio de 1 m/s y 0.6 m/s; también, se mostró que la dirección predominante del viento fue el oeste noroeste (WNW) y nor noreste (NNE) para los meses enero y marzo respectivamente.



Mercado "Santa Barbara"			Coordenadas UTM – WGS84	
Monitoreo 1	Fecha	23/01/2021	Zona	19L
	Tiempo	24 horas	Este	378189
Monitoreo 2	Fecha	06/03/2021	Norte	8287157
	Tiempo	24 horas	Altitud	3821 msnm

**ESTACIÓN DE MONITOREO CA-09**

**Descripción:** Se muestra que el punto crítico Mercado “Las Mercedes” (CA-09), tuvo mayor velocidad en el mes de enero a comparación del mes de marzo con promedios de 1 m/s y 0.7 m/s, también hubo vientos en calma en un 45.83% y 40%; asimismo, se observó que las direcciones predominantes de los vientos fueron oeste noroeste (WNW) y oeste (W) para los meses enero y marzo en ese mismo orden.



Mercado “Las Mercedes”			Coordenadas UTM – WGS84	
Monitoreo 1	Fecha	24/01/2021	Zona	19L
	Tiempo	24 horas	Este	378170
Monitoreo 2	Fecha	09/03/2021	Norte	8287720
	Tiempo	24 horas	Altitud	3826 msnm

## **Anexo 9**

**Carta N° 122-2021.MPSR-J/GSPMA/SGGA**



Juliaca, 18 de Junio del 2021.

*"Año del bicentenario del Perú: 200 años de independencia"*

**CARTA N° 122-2021 – MPSR - J/ GSPMA / SGGA.**

Señorita:

JEANETTE JUSTO ARACAYO.

EGRESADA DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE JULIACA.

PRESENTE. -

ASUNTO : Remito información solicitada  
REF : Exp. N°0017428-2021

Mediante la presente me dirijo a Ud. Para saludarlo cordialmente a nombre de la Municipalidad Provincial San Román-Juliaca y a la vez informar que con referencia al **Exp. Adm. 017428-2021.**, donde se solicita información sobre la calidad de aire y denuncias del tema ambiental, por tal motivo, se señala que esta Sub Gerencia de Gestión Ambiental, respecto a los solicitado conforme a las denuncias ambientales; tiene como atendidas las denuncias ambientales sobre quema de residuos sólidos y contaminación acústica, teniendo como evidencia los siguientes informes del año 2020 ya que en el presente año todavía no se ha culminado la totalidad del trabajo por estar a medio año:

- INFORME DE SUPERVISIÓN AMBIENTAL N° 001 – 2020
- INFORME DE MONITOREO N° 099 – 2020 – MPSR – J/GSPMA/SGGA.
- INFORME DE MONITOREO N° 101 – 2020 – MPSR – J/GSPMA/SGGA.

Así mismo, esta Sub Gerencia de Gestión Ambiental no cuenta con recursos ni instrumentos necesarios para atender y monitorear otras problemáticas ambientales concernientes a la calidad del Aire, sin embargo, se cuenta con las herramientas de gestión ambiental las cuales son:

- **Ordenanza Municipal N°005-2018** "ORDENANZA DE PREVENCIÓN, FISCALIZACIÓN Y SANCION SOBRE LA GENERACION DE RUIDOS NOCIVOS EN LA JURISDICCION DE LA PROVINCIA DE SAN ROMAN – JULIACA" con la cual procedemos en los casos de contaminación acústica.
- **Ordenanza Municipal N° 004-2018** "ORDENANZA PARA EL CONTROL DE EMISIONES DE HUMO, GASES, POLVO Y MATERIAL PARTICULADO NOCIVOS O MOLESTOS EN LA PROVINCIA DE SAN ROMAN – JULIACA" con la cual procedemos en los casos de contaminación del aire.



MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE SAN ROMÁN – JULIACA  
GERENTE DE SERVICIOS MUNICIPALES Y SERVICIOS PUBLICOS  
SUB GERENCIA DE GESTIÓN AMBIENTAL.



En tal sentido, la Sub Gerencia de Gestión Ambiental y en cumplimiento a nuestras funciones mediante la **LEY N°27444**, Ley del Procedimiento Administrativo en el Art 4 Numeral 1.5 Principio de imparcialidad. - Las autoridades administrativas actúan sin ninguna clase de discriminación entre los administrados, otorgándoles tratamiento y tutela igualitarios frente al procedimiento, resolviendo conforme al ordenamiento jurídico y con atención al interés general. Nos vemos en la capacidad de acceder a su solicitud a fin de otorgarle la información requerida.

Sin otro particular aprovecho la ocasión para reiterarle las consideraciones más distinguidas, me despido de usted.

ATENTAMENTE,



MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE SAN ROMÁN  
GERENTE DE SERVICIOS PÚBLICOS Y MEDIO AMBIENTE

  
Ing. Isaac Z. Lario Vera  
SUB GERENTE DE GESTIÓN AMBIENTAL



# **Anexo 10**

## **Prueba de hipótesis**

**PRUEBA DE HIPÓTESIS DE LOS NIVELES DE CONCENTRACIÓN****1) Planteamiento de la hipótesis**

- **Dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>)**  
H<sub>i</sub> [SO<sub>2</sub>] ≤ 20 μg/m<sup>3</sup>  
H<sub>o</sub> [SO<sub>2</sub>] > 20 μg/m<sup>3</sup>
- **Dióxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>)**  
H<sub>i</sub> [NO<sub>2</sub>] ≤ 200 μg/m<sup>3</sup>  
H<sub>o</sub> [NO<sub>2</sub>] > 200 μg/m<sup>3</sup>
- **Monóxido de carbono (CO)**  
H<sub>i</sub> [CO] ≤ 10049 μg/m<sup>3</sup>  
H<sub>o</sub> [CO] > 10049 μg/m<sup>3</sup>
- **Ozono (O<sub>3</sub>)**  
H<sub>i</sub> [O<sub>3</sub>] ≤ 120 μg/m<sup>3</sup>  
H<sub>o</sub> [O<sub>3</sub>] > 120 μg/m<sup>3</sup>

**2) Elección del nivel de significancia (α)**

$$\alpha = 0.05$$

**3) Determinación del estadístico de prueba**

De acuerdo con la investigación realizada se conoce la desviación estándar para cada gas, pero el tamaño de la muestra fue  $n = 9$ , entonces  $9 < 30$ , por lo tanto, se usa la prueba t-Student:

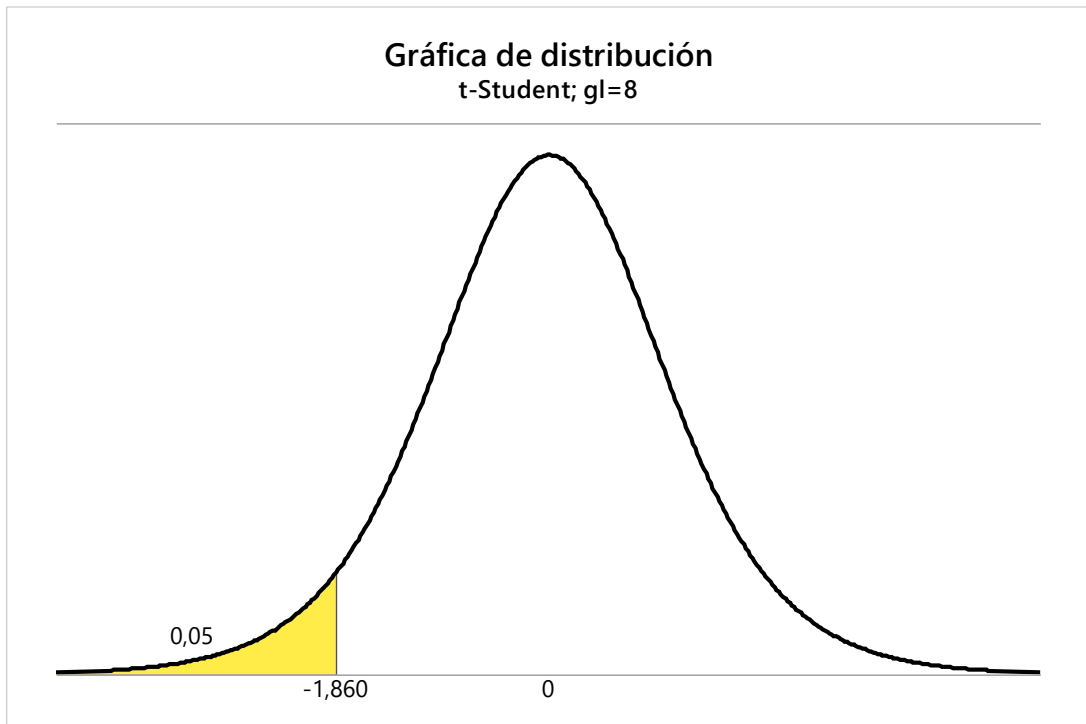
$$t_c = \frac{\bar{x} - \mu}{\frac{s}{\sqrt{n}}}; \text{ siendo } S = \sqrt{\frac{\sum(x - \bar{x})^2}{n-1}}$$

**4) Establecimiento de la regla de decisión**

- El valor crítico es:  $t_{(0.95,8)} = -1.860$

Entonces:

- Si  $t_c > -1.860$ , no se rechaza la H<sub>o</sub>
- Si  $t_c \leq -1.860$ , se rechaza la H<sub>o</sub>



**5) Cálculo del estadístico de prueba y toma de decisión**

**NIVELES DE CONCENTRACIONES**

Estación de monitoreo	Punto crítico	SO <sub>2</sub> (µg/m <sup>3</sup> )	NO <sub>2</sub> (µg/m <sup>3</sup> )	CO (µg/m <sup>3</sup> )	O <sub>3</sub> (µg/m <sup>3</sup> )
CA-01	Mercado "Pedro Vilcapaza"	20.542	32.948	4685.104	2.583
CA-02	Centro Comercial III	20.549	27.947	1105.258	2.584
CA-03	Plaza "San José"	20.535	29.354	2040.637	2.582
CA-04	Plaza Vea	20.640	53.470	5927.674	2.596
CA-05	Mercado "Manco Cápac"	20.537	16.343	935.613	2.583
CA-06	Mercado "Tupac Amaru"	20.493	23.054	3360.748	2.577
CA-07	Centro Comercial II	20.396	28.264	929.214	2.565
CA-08	Mercado "Santa Barbara"	20.504	71.184	2213.627	2.578
CA-09	Mercado "Las Mercedes"	20.513	47.646	934.545	5.932
Promedio		20.523	36.690	2459.157	2.953
Desviación estándar (s)		0.0636	17.3445	1832.11	1.11695
Media (µ)		20	200	10049	120
n		9	9	9	9

• **Dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>)**

$$t_c = \frac{20.523 - 20}{\frac{0.0646}{\sqrt{9}}}$$

$$t_c = 24.66$$

Como  $t_c = 24.66 > -1.860$ , no se rechaza la  $H_0$

- **Dióxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>)**

$$t_c = \frac{36.690 - 200}{\frac{17.3445}{\sqrt{9}}}$$

$$t_c = -28.25$$

Como  $t_c = -28.25 < -1.860$ , se rechaza la Ho

- **Monóxido de carbono (CO)**

$$t_c = \frac{2459.157 - 10049}{\frac{1832.11}{\sqrt{9}}}$$

$$t_c = -12.43$$

Como  $t_c = -12.43 < -1.860$ , se rechaza la Ho

- **Ozono (O<sub>3</sub>)**

$$t_c = \frac{2.953 - 120}{\frac{1.1169}{\sqrt{9}}}$$

$$t_c = -314.38$$

Como  $t_c = -314.38 < -1.860$ , se rechaza la Ho

## 6) Conclusiones

Existen suficientes evidencias estadísticas con un nivel de significación  $\alpha = 0.05$ , para afirmar que la calidad del aire según el nivel de concentración de dióxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>), monóxido de carbono (CO) y ozono (O<sub>3</sub>) son menores o iguales a 200  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , 10049  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  y 120  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  respectivamente, a excepción de dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>) que son mayores a 20  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

**PRUEBA DE HIPÓTESIS DE LOS ÍNDICES DE CALIDAD DE AIRE (INCA)****1) Planteamiento de la hipótesis****• Dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>)**

$$H_i \quad I(\text{SO}_2) \leq 100$$

$$H_o \quad I(\text{SO}_2) > 100$$

**• Dióxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>)**

$$H_i \quad I(\text{NO}_2) \leq 100$$

$$H_o \quad I(\text{NO}_2) > 100$$

**• Monóxido de carbono (CO)**

$$H_i \quad I(\text{CO}) \leq 100$$

$$H_o \quad I(\text{CO}) > 100$$

**• Ozono (O<sub>3</sub>)**

$$H_i \quad I(\text{O}_3) \leq 100$$

$$H_o \quad I(\text{O}_3) > 100$$

**2) Elección del nivel de significancia ( $\alpha$ )**

$$\alpha = 0.05$$

**3) Determinación del estadístico de prueba**

Según los cálculos realizados para los índices de calidad del aire, se pudo conocer la desviación estándar para cada gas, pero el tamaño de la muestra fue  $n = 9$ , entonces  $9 < 30$ , por lo tanto, se usa la prueba t-Student:

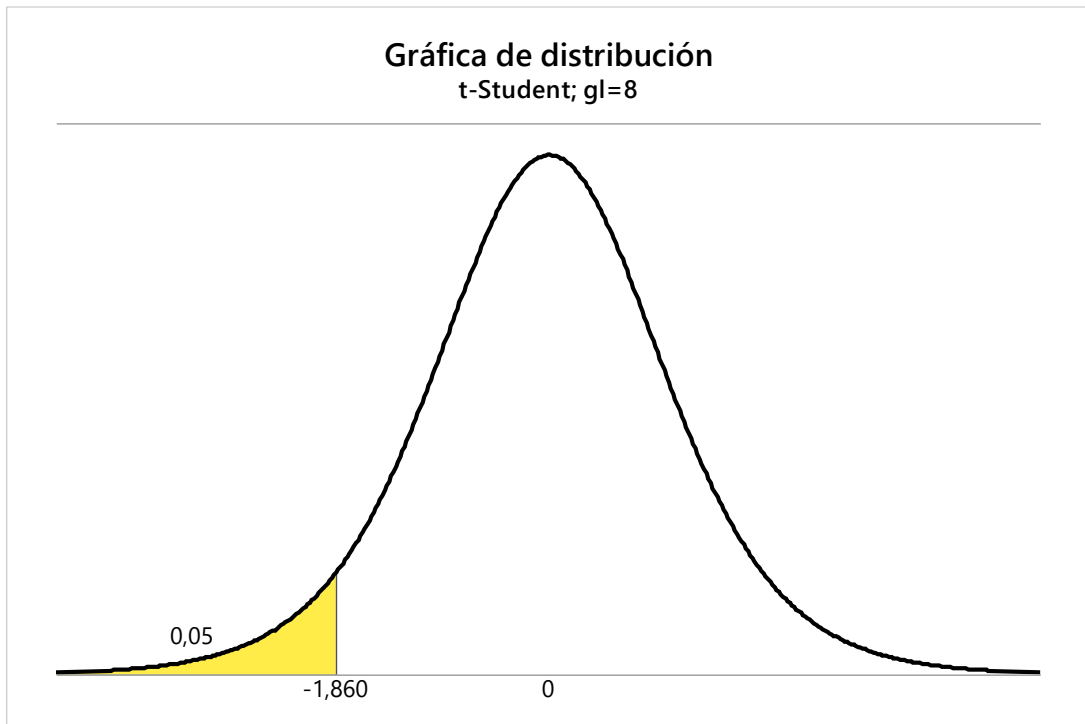
$$t_c = \frac{\bar{x} - \mu}{\frac{s}{\sqrt{n}}}; \text{ siendo } S = \sqrt{\frac{\sum(x - \bar{x})^2}{n-1}}$$

**4) Establecimiento de la regla de decisión**

- El valor crítico es:  $t_{(0.95,8)} = -1.860$

Entonces:

- Si  $t_c > -1.860$ , no se rechaza la  $H_o$
- Si  $t_c \leq -1.860$ , se rechaza la  $H_o$



5) Cálculo del estadístico de prueba y toma de decisión

VALORES DE LOS ÍNDICES DE CALIDAD DE AIRE - INCA

Estación de monitoreo	Punto crítico	SO <sub>2</sub> (µg/m <sup>3</sup> )	NO <sub>2</sub> (µg/m <sup>3</sup> )	CO (µg/m <sup>3</sup> )	O <sub>3</sub> (µg/m <sup>3</sup> )
CA-01	Mercado "Pedro Vilcapaza"	102.708	16.474	46.851	2.153
CA-02	Centro Comercial III	102.745	13.974	11.053	2.153
CA-03	Plaza "San José"	102.673	14.677	20.406	2.152
CA-04	Plaza Vea	103.198	26.735	59.277	2.163
CA-05	Mercado "Manco Cápac"	102.683	8.171	9.356	2.152
CA-06	Mercado "Tupac Amaru"	102.465	11.527	33.607	2.147
CA-07	Centro Comercial II	101.980	14.132	9.292	2.137
CA-08	Mercado "Santa Barbara"	102.520	35.592	22.136	2.148
CA-09	Mercado "Las Mercedes"	102.565	23.823	9.345	4.943
Promedio		102.615	18.345	24.592	2.461
Desviación estándar (s)		0.3181	8.6723	18.3211	0.9308
Media (µ)		100	100	100	100
n		9	9	9	9

• Dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>)

$$t_c = \frac{102.615 - 100}{\frac{0.3181}{\sqrt{9}}}$$

$$t_c = 24.66$$

Como  $t_c = 24.66 > -1.860$ , no se rechaza la  $H_0$

- **Dióxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>)**

$$t_c = \frac{18.345 - 100}{\frac{8.6723}{\sqrt{9}}}$$

$$t_c = -28.25$$

Como  $t_c = -28.25 < -1.860$ , se rechaza la Ho

- **Monóxido de carbono (CO)**

$$t_c = \frac{24.592 - 100}{\frac{18.3211}{\sqrt{9}}}$$

$$t_c = -12.35$$

Como  $t_c = -12.35 < -1.860$ , se rechaza la Ho

- **Ozono (O<sub>3</sub>)**

$$t_c = \frac{2.461 - 100}{\frac{0.9308}{\sqrt{9}}}$$

$$t_c = -314.38$$

Como  $t_c = -314.38 < -1.860$ , se rechaza la Ho

## 6) Conclusiones

Existen suficientes evidencias estadísticas con un nivel de significación  $\alpha = 0.05$ , para afirmar que el índice de la calidad del aire según el nivel de concentración de dióxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>), monóxido de carbono (CO) y ozono (O<sub>3</sub>) son menores o iguales a 100, el cual es aceptable, a excepción de dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>) que son mayores 100, el cual representa una alerta porque la población sensible podría experimentar problemas en la salud y la población en general podría sentirse afectada.

**Anexo 11**

**Propuesta del plan de mejora para la  
calidad de aire**



# **PROPUESTA**

## **PLAN DE MEJORA PARA LA CALIDAD DE AIRE EN PUNTOS CRÍTICOS DE LA CIUDAD DE JULIACA**

### **INTRODUCCIÓN**

En los últimos años la calidad del aire en las ciudades ha empeorado y los datos disponibles muestran que superan las concentraciones aceptables y los índices de calidad de aire establecidos por la misma Organización Mundial de la Salud - OMS (Cepei, 2018); dañando así al medio ambiente y a la salud pública, ya que la contaminación del aire en las ciudades es responsable de 4.2 millones de muertes prematuras en todo el mundo cada año (OMS, 2018). En efecto, gracias a la investigación realizada de “Evaluación de la calidad de aire según los niveles de concentración de SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, CO y O<sub>3</sub> en puntos críticos de la ciudad de Juliaca” se pudo observar el estado de la calidad del aire según el SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, CO y O<sub>3</sub> en nueve puntos críticos del sector VI, que es el centro de la ciudad de Juliaca.

Por esa razón, la investigación realizada tuvo como finalidad de que la población conozca y tome conciencia de la importancia de la calidad de aire en la salud pública, y prevenir posibles enfermedades respiratorias, además de contribuir con la protección del medio ambiente, y de esta manera generar conversaciones y acuerdos entre la población y las autoridades correspondientes para que pueden tomar medidas de prevención con el propósito de minimizar el deterioro de la calidad del aire, como dice ese dicho “más vale prevenir que lamentar”, caso contrario su gestión será costosa. Por lo tanto, con esta propuesta se contribuye con el desarrollo sostenible porque es una base para generar acciones de regulación de la calidad del aire.

Entonces, el presente documento tiene como objetivo desarrollar un plan de mejora para la calidad de aire en puntos críticos de la ciudad de Juliaca, para lograr dicho objetivo se ha estructurado en siete apartados. En la primera parte se plantea el objetivo general y específicos; la segunda parte se menciona la base legal con referencia al cuidado de la calidad de aire; el tercer apartado se señala las definiciones con respecto a la contaminación y calidad de aire; el cuarto apartado hace referencia al diagnóstico ambiental de los puntos críticos evaluados; en la quinta parte se muestra las medidas con sus respectivas acciones describiendo la meta, ámbito de aplicación, consideraciones importantes, ventajas y desventajas; finalmente, se presenta las conclusiones y las referencias bibliográficas.

## **I. OBJETIVOS**

### **1.1. Objetivo general**

- Desarrollar un plan de mejora para la calidad de aire en puntos críticos de la ciudad de Juliaca.

### **1.2. Objetivos específicos**

- Describir el diagnóstico situacional de los puntos críticos de la ciudad de Juliaca.
- Establecer medidas para la mejora de la calidad de aire en puntos críticos de la ciudad de Juliaca.

## **II. BASE LEGAL**

La implementación de una propuesta de un plan de mejora para la calidad de aire en puntos críticos de la ciudad de Juliaca, se sustenta con la siguiente normatividad:

### **2.1. Constitución política del Perú de 1993**

En la constitución política del Perú promulgada el 29 de diciembre de 1993 se establece en el artículo 2° inciso 22 y 7, el cual señala que “toda persona tiene derecho a gozar de un ambiente equilibrado y adecuado al desarrollo de su vida; y que todos tienen derecho a la protección de su salud, como condición indispensable para el desarrollo humano y medio fundamental para alcanzar el bienestar individual y colectivo”.

### **2.2. Ley orgánica de municipalidades – Ley N° 27972**

En el título V “Las competencias y funciones específicas de los gobiernos locales”

#### **Capítulo I “Las competencias y funciones específicas generales”.**

**Artículo 73**, “Materias de competencia municipal”, indica que “las municipalidades provinciales son responsables de promover e impulsar el proceso de planeamiento para el desarrollo integral correspondiente al ámbito de su provincia, recogiendo las prioridades propuestas en los procesos de planeación de desarrollo local de carácter distrital. El cual uno de ellos es, (d) Emitir las normas técnicas generales, en materia de organización del espacio físico y uso del suelo, así como sobre protección y conservación del ambiente”. Además de que una de sus materias es la siguiente:

#### **3. Protección y conservación del ambiente**

3.1. Formular, aprobar, ejecutar y monitorear los planes y políticas locales en materia ambiental, en concordancia con las políticas, normas y planes regionales, sectoriales y nacionales.

3.2. Proponer la creación de áreas de conservación ambiental.

3.3. Promover la educación e investigación ambiental en su localidad e incentivar la participación ciudadana en todos sus niveles.

3.4. Participar y apoyar a las comisiones ambientales regionales en el cumplimiento de sus funciones.

3.5. Coordinar con los diversos niveles de gobierno nacional, sectorial y regional, la correcta aplicación local de los instrumentos de planeamiento y de gestión ambiental, en el marco del sistema nacional y regional de gestión ambiental.

### **Capítulo II “Las competencias y funciones específicas”.**

**Artículo 80**, “Saneamiento, salubridad y salud”, indica que “las municipalidades, en materia de saneamiento, salubridad y salud, ejercen las siguientes funciones:”

1. Funciones específicas exclusivas de las municipalidades provinciales: en el numeral 1.2. Regular y controlar la emisión de humos, gases, ruidos y demás elementos contaminantes de la atmósfera y el ambiente.

3. Funciones específicas exclusivas de las municipalidades distritales: en el numeral 3.4. Fiscalizar y realizar labores de control respecto de la emisión de humos, gases, ruidos y demás elementos contaminantes de la atmósfera y el ambiente.

#### **2.3. Ley general de salud – Ley N°26842**

En el título segundo “Sistema nacional de salud”, capítulo I “Disposiciones comunes”, artículo 6, indica los objetivos del Sistema Nacional de Salud, el cual uno de ellos es: V. Apoyar el mejoramiento de las condiciones sanitarias del medio ambiente que propicien el desarrollo satisfactorio de la vida.

Asimismo, en el título séptimo “Promoción de la salud”, capítulo IV “Efectos del ambiente en la salud”, artículo 116, menciona que las autoridades sanitarias establecerán las normas, tomarán las medidas y realizarán las actividades a que se refiere esta Ley, tendientes a la protección de la salud humana ante los riesgos y daños dependientes de las condiciones del ambiente.

#### **2.4. Ley general del ambiente – Ley N° 28611**

En el artículo I “Del derecho y deber fundamental”, señala que “toda persona tiene el derecho irrenunciable a vivir en un ambiente saludable, equilibrado y adecuado para el pleno desarrollo de la vida, y el deber de contribuir a una efectiva gestión ambiental y de proteger el ambiente, así como sus componentes, asegurando particularmente la salud de las personas en forma individual y colectiva, la conservación de la diversidad biológica, el aprovechamiento sostenible de los recursos naturales y el desarrollo sostenible del país”.

Además, en el artículo II “Del derecho de acceso a la información”, menciona que “toda persona tiene el derecho a acceder adecuada y oportunamente a la información pública sobre las políticas, normas, medidas, obras y actividades que pudieran afectar, directa o indirectamente, el ambiente, sin necesidad de invocar justificación o interés que motive tal requerimiento. También toda persona está obligada a proporcionar adecuada y oportunamente a las autoridades la información que éstas requieran para una efectiva gestión ambiental, conforme a Ley”.

### III. DEFINICIONES

#### 3.1. Atmosfera

Es “la capa gaseosa que rodea la Tierra, con un espesor cercano a los dos mil kilómetros, no es homogénea y pueden reconocerse en ella varias capas o estratos que se diferencian entre sí, sobre todo, en su comportamiento térmico” (PCA, 2016, p.8), las cuales son:

- **Troposfera:** Alcanza una altura que varía entre los 8 y los 12 km sobre los polos y de 15 a 18 km sobre el ecuador. Esta capa presenta un gradiente vertical, es decir, la temperatura disminuye 6 °C por cada km de ascenso, su límite llega hasta los -56 °C (La tierra y el universo, 2017). Asimismo, es la capa más fundamental porque se encuentra el aire que respira todo ser vivo (MINAM, 2013).
- **Estratosfera:** Se encuentra por encima de la troposfera y se extiende hasta llegar a los 50 km, en el que la temperatura aumenta con la altura hasta un valor cercano a 0°C en su límite superior denominado (Necco, 2016).
- **Mesosfera:** Se extiende desde los 50 hasta los 80 km, a medida que la altura aumenta la temperatura disminuye alcanzando - 100°C, en esta capa el aire es enrarecido porque no hay oxígeno ni vapor de agua (La tierra y el universo, 2017).
- **Termosfera:** También llamada ionosfera, esta capa asciende hasta los 500 km de altura, del mismo modo aparece nuevamente el ritmo de cambio de temperatura varía y ésta asciende rápidamente hasta alcanzar cerca de 500°C (Verde, 2020).
- **Exosfera:** Es la última capa de la atmósfera y se extiende hasta alcanzar una altura de 2.000 km, que se considerada como el límite de la atmósfera terrestre, su densidad es muy baja y parecida a la del espacio, el aire es tan tenue que no puede absorber la luz del sol por esa razón es oscuro (PCA, 2016).

#### 3.2. Aire

El aire es “indispensable e irremplazable para el funcionamiento de los ecosistemas terrestres y para la subsistencia de la especie humana” (MINAM. 2013, p.161). También es una mezcla de diferentes tipos de gases, que forma la atmósfera de la tierra, que presenta la siguiente composición en porcentaje de volumen: nitrógeno, oxígeno y otros gases con un porcentaje de 78%, 21% y 1% respectivamente.

Esto significa que, el aire es un bien común limitado, indispensable para la vida; por lo tanto, su utilización debe estar sujeta a normas que eviten el deterioro de su calidad por el uso o abuso indebido del mismo, de tal modo que se preserve su pureza como garantía del normal desarrollo de los seres vivos sobre la Tierra y de la conservación del patrimonio natural y artístico de la Humanidad (INAGEP, 2020, p.2).

### **3.3. Índice de calidad de aire**

Según Jaramillo et al., (2009), es “un valor adimensional calculado a partir de uno o varios contaminantes criterio, representativo de los niveles de contaminación del aire y de sus efectos en la salud, que permite a la población la comprensión oportuna y clara”.

### **3.4. Contaminante**

Es “cualquier sustancia química que no pertenece a la naturaleza del medio en que se encuentra o cuya concentración excede los niveles permisibles, y es susceptible de causar efectos nocivos para la salud de las personas o al ambiente” (INAGEP, 2020, p.4).

### **3.5. Emisión**

Hace referencia a la “descarga de una sustancia o elemento al aire, en estado sólido, líquido o gaseoso, o en alguna combinación de estos, provenientes de una fuente fija o móvil” (MAVDT, 2008, p.13).

### **3.6. Inmisión**

Es la transferencia de contaminantes del aire a un receptor, entonces es a la acción opuesta a la emisión, el aire inmiscible es el aire respirable a nivel de la troposfera (MAVDT, 2008). También es la cantidad de contaminación que se respira, se mide y se suele expresar en unidad de masa por unidad de volumen ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ), son estas concentraciones que pueden dañar nuestra salud o afectar a los ecosistemas o a los materiales (Medioambiente y Sostenibilidad, 2019).

### **3.7. Dispersión de los contaminantes del aire**

Según CEUPE (2020), señala que la mayoría de los contaminantes se dispersa en la parte baja de la troposfera, en donde interactúan entre sí y con los demás compuestos presentes, antes de su deposición. Otros ascienden y son transportados hasta lugares muy alejados del foco emisor. Algunos logran traspasar la tropopausa e introducirse en la estratosfera. Conforme al grupo Medioambiental y Sostenibilidad (2019) de la ciudad de Zaragoza (España), el proceso es el siguiente:

- **Emisión:** Es la acción de verter contaminantes al aire en forma de humo, polvo y gases.

- **Difusión:** Es el transporte y distribución, el cual depende de las características geográficas y topográficas de la zona, la velocidad y régimen del viento, y la estabilidad atmosférica.
- **Transformación:** Los contaminantes primarios se mezclan mediante las reacciones químicas y fotoquímicas generando los contaminantes secundarios.
- **Inmisión:** Es la concentración de contaminantes en un punto determinado, la deposición de los contaminantes regresa a la superficie terrestre incorporándose a los océanos y al suelo.

### 3.8. Plan de mejora para la calidad de aire

Es un plan que contienen medidas para mejorar la calidad de aire de forma que los niveles de concentración de los contaminantes estén por debajo de las concentraciones aceptables según el INCA y la OMS.

## IV. DIAGNÓSTICO SITUACIONAL

Para definir los objetivos del presente “Plan de mejora para la calidad de aire en puntos críticos de la ciudad de Juliaca”, es preciso describir un diagnóstico de la situación de la calidad del aire en base al monitoreo y el cumplimiento del protocolo nacional de monitoreo de la calidad ambiental del aire (D.S. N° 010-2019-MINAM), porque la información del monitoreo permite establecer acciones para reducir los riesgos del impacto de la contaminación sobre la salud de la población y el ambiente (Salcido, et al., 2019). Algunos aspectos generales de la ciudad de Juliaca son los siguientes:

### 4.1. Aspectos generales

La ciudad de Juliaca, capital de la provincia de San Román se encuentra ubicada al sur del Perú, en la meseta altiplánica del departamento de Puno, provincia de San Román, en la cuenca del río Coata (PDU, 2017, p.36).

Cuadro 1. Ubicación de la ciudad de Juliaca

Departamento	Provincia	Distrito
Puno	San Román	Juliaca

Fuente: Plan de Desarrollo Urbano – PDU, 2017

La ciudad de Juliaca se localiza en la meseta altiplánica del departamento de Puno a 15° 29’ 40’’ de Latitud Sur y 70° 07’ 54’’ de Longitud Oeste y a una altitud de 3824 m.s.n.m. Ocupa parte de la meseta altiplánica de Toropampa, en la cuenca del río Coata. Se encuentra asimismo atravesada de Este a Oeste por el río Torococha, que desemboca en el río Coata y continúa su curso hasta desembocar en el Lago Titicaca (PDU, 2017, p.36), y sus límites son:

Cuadro 2. Límites del distrito de Juliaca

Norte	Distrito de Calapuja (Lampa), y de Caminaca (Azangaro).
Sur	Distritos de Cabana y Cracoto (San Román).
Este	Distrito de Pusi (Huancane), y de Samán (Azángaro).
Oeste	Distrito de Lampa (Lampa).

Fuente: Elaboración propia

#### 4.2. Características de los puntos críticos

En el trabajo de investigación se consideró 9 puntos críticos, tomando como criterios de inclusión de que estén ubicados en el sector VI (según PDU 2016-2025), porque es el centro de la ciudad, segundo que tengan un espacio y una principal actividad económica (comercio ambulatorio), tercero que tengan concentración de actividades (alto tránsito peatonal), y por último que tengan alto tráfico vehicular (congestionamiento). Por lo que los puntos críticos son los siguientes:

- **Mercado “Pedro Vilcapaza”**

Está ubicada en una esquina con la Av. Circunvalación y Jr. Cahuide (Como referencia esta Av. Huancané), es un punto crítico porque existe gran cantidad de comerciantes ambulantes vendiendo comida en exposición a los humos y el polvo que emiten los vehículos de transporte público y particular.

- **Centro comercial III**

Es otro punto crítico en donde todos los días existe una concentración de personas circulando, en especial los días domingos y lunes, debido a que se venden artesanía (chullos, polquitos, chompas, chalinas, ponchos, guantes, etc., tejidos a mano y/o máquina de tejer) al por mayor y menos, asimismo, se expenden comida y entre esas actividades existe la circulación de automóviles (motos, tricimotos, transporte público y particulares, etc.).

- **Plaza “San José”**

Es una plaza de comercio, todos los días tiene una concentración de personas, pero generalmente esta concentración aumenta los días lunes y jueves. Es un punto crítico en donde las personas realizan compra y venta de ropas, calzados, etc., pero alrededor de esta plaza expenden comidas al aire libre junto a la movilización de muchos automóviles.

- **Plaza vea**

Es un supermercado, por tal razón es un lugar donde todos los días las personas acuden a realizar sus respectivas compras, es un punto crítico debido a que afueras de la puerta principal dicho centro comercial, específicamente en Jirón San Martín existe gran acumulación de personas, comerciantes ambulantes, venta de comidas y vehículos de transporte.

- **Mercado “Manco Cápac”**

Es uno de los mercados principales de la ciudad, por ende, es un punto crítico donde existe la venta de alimentos como verduras, frutas, carnes, papas, moraya, cereales, entre otros. Por esta razón que existe gran cantidad de personas acuden a este mercado para realizar sus compras, asimismo, este mercado es más lleno los días lunes, jueves y los domingos, causando el congestionamiento vehicular.

- **Mercado “Tupac Amaru”**

Es un mercado y/o plaza internacional Túpac Amaru II, pues la Ciudad de Juliaca se caracteriza por su comercio, todos los días tiene una concentración de personas, pero generalmente esta concentración de personas aumenta los días lunes y jueves, igualmente generando el tráfico vehicular.

- **Centro Comercial II**

Su propio nombre lo indica, por lo tanto, es en un lugar público, el cual es visitado todos los días por las personas (profesionales, estudiantes y comerciantes ambulantes), además las calles que lo rodean estaban llenas de automóviles y personas, pero debido a la pandemia redujo en gran medida.

- **Mercado “Santa Barbara”**

Es un punto crítico donde la mayoría de las personas del centro acuden a realizar sus compras de alimentos como frutas, verduras, carnes, queso, leche, etc., alrededor del mercado existe varios puestos y tiendas en donde exponen sus productos a la venta sin protección frente a los vehículos que pasan por dicho mercado.

- **Mercado “Las Mercedes”**

Es donde se realiza la feria Dominical, por lo que se caracteriza Juliaca que es el comercio ambulatorio, la concentración del número de personas aumenta los todos los domingos, porque la mayoría de las personas van a realizar sus compras para la semana (frutas, verduras, entre otros).

Cuadro 3. Lugares de los puntos críticos







### 4.3. Ubicación de las estaciones de monitoreo

Las estaciones de monitoreo fueron los puntos críticos seleccionados en la muestra, por lo que se describe en la siguiente tabla.

Cuadro 4. Estaciones de monitoreo de aire

Punto crítico	Descripción	Estación (Código)	Coordenadas UTM		Altitud (m.s.n.m.)
			Este	Norte	
Mercado “Pedro Vilcapaza”	En la azotea de una casa al frente del mercado “Pedro Vilcapaza”	CA-01	0379327	8287789	3823
Centro comercial III	En la azotea de una casa de la Laguna Temporal (CC-III)	CA-02	0378223	8287287	3821
Plaza “San José”	En la azotea de una casa al frente de la plaza “San José”	CA-03	0379055	8287956	3823
Plaza vea	En la azotea de una casa a lado de Plaza Vea	CA-04	0378693	8286747	3826
Mercado “Manco Cápac”	En la azotea de una en Jr. Carabaya (Mercado Manco Cápac)	CA-05	0378649	8287622	3826
Mercado “Tupac Amaru”	En la azotea de una casa al frente del mercado “Tupac Amaru”	CA-06	0379302	8287180	3824
Centro Comercial II	En el Centro Comercial II	CA-07	0378501	8286861	3822
Mercado “Santa Barbara”	En la azotea de una casa en Jr. Ignacio Miranda (Santa Barbara)	CA-08	0378189	8287157	3821
Mercado “Las Mercedes”	En la azotea de una casa al frente de mercado “Las Mercedes” (Dominical)	CA-09	0378170	8287720	3826

Fuente: Elaboración propia

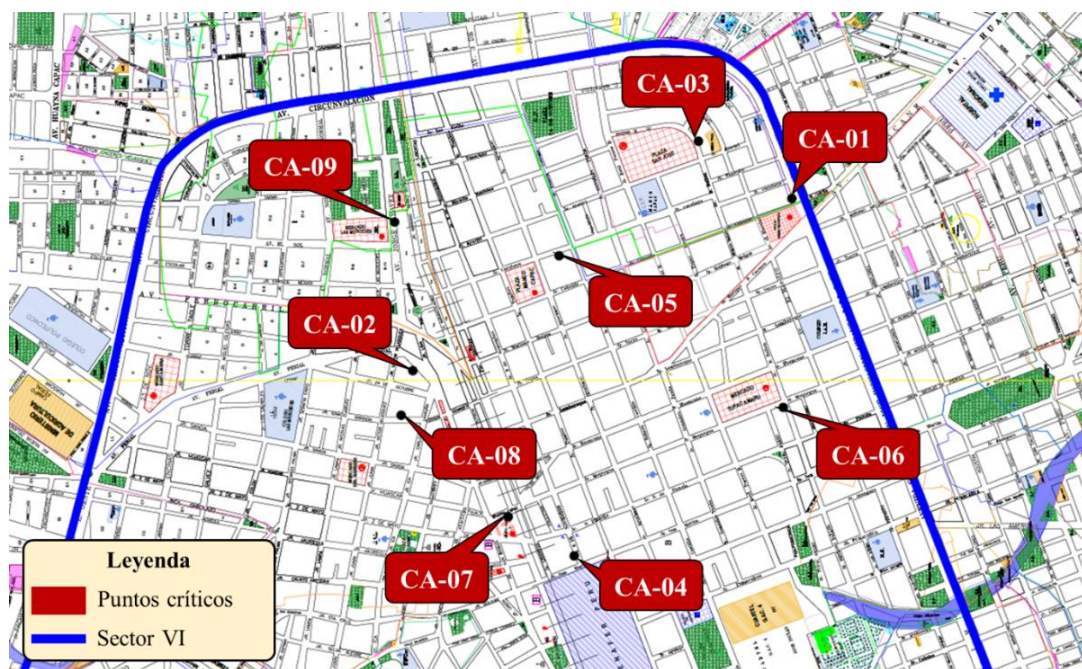


Imagen 3, Ubicación de las estaciones de monitoreo

#### 4.4. Análisis del comportamiento de los contaminantes criterios

El comportamiento de la dirección del viento es muy variado y diferente; en el mes de enero y marzo las direcciones del viento fueron las siguientes N, SSW, SE, ESE, SW, W, WSW, WNW y WNW; y NNW, SSE, SSE, SE, ENE, W, SE, NNE y W respectivamente en el mismo orden de las estaciones de monitoreo. Pero los contaminantes criterios evaluados en los puntos críticos seleccionados en el sector VI de la ciudad de Juliaca son los siguientes:

- **Dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>)**

Cuadro 5. Niveles de concentración e índice de calidad de aire de SO<sub>2</sub>

Estación	Nivel de concentración (µg/m <sup>3</sup> )	Concentración aceptable* (µg/m <sup>3</sup> )	Valor del INCA	Calificación del INCA	Observación
CA-01	20,542	20	102,708	<b>Mala</b>	El punto crítico con mayor y menor nivel de concentración e índice de calidad de aire fue Plaza Vea (CA-04) y Centro Comercial II (CA-07) respectivamente.
CA-02	20,549	20	102,745	<b>Mala</b>	
CA-03	20,535	20	102,673	<b>Mala</b>	
CA-04	20,640	20	103,198	<b>Mala</b>	
CA-05	20,537	20	102,683	<b>Mala</b>	
CA-06	20,493	20	102,465	<b>Mala</b>	
CA-07	20,396	20	101,980	<b>Mala</b>	
CA-08	20,504	20	102,520	<b>Mala</b>	
CA-09	20,513	20	102,565	<b>Mala</b>	

Fuente: Elaboración propia

\*Concentración aceptable según el INCA y la OMS

- **Dióxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>)**

Cuadro 6. Niveles de concentración e índice de calidad de aire de NO<sub>2</sub>

Estación	Nivel de concentración (µg/m <sup>3</sup> )	Concentración aceptable* (µg/m <sup>3</sup> )	Valor del INCA	Calificación del INCA	Observación
CA-01	32,948	200	16,474	Buena	Los puntos críticos con mayores y menores niveles de concentración e índices de calidad de aire fueron en los mercados “Santa Barbara” (CA-08) y Plaza Vea (CA-04); y “Manco Cápac” (CA-05) y Centro Comercial II (CA-07) respectivamente.
CA-02	27,947	200	13,974	Buena	
CA-03	29,354	200	14,677	Buena	
CA-04	53,470	200	26,735	Buena	
CA-05	16,343	200	8,171	Buena	
CA-06	23,054	200	11,527	Buena	
CA-07	28,264	200	14,132	Buena	
CA-08	71,184	200	35,592	Buena	
CA-09	47,646	200	23,823	Buena	

Fuente: Elaboración propia

\*Concentración aceptable según el INCA y la OMS

- **Monóxido de carbono (CO)**

Cuadro 7. Niveles de concentración e índice de calidad de aire de CO

Estación	Nivel de concentración (µg/m <sup>3</sup> )	Concentración aceptable* (µg/m <sup>3</sup> )	Valor del INCA	Calificación del INCA	Observación
CA-01	4685,104	10049	46,851	Buena	El punto crítico con mayor y menor nivel de concentración e índice de calidad de aire fue Plaza Vea (CA-04) y Centro Comercial II (CA-07) respectivamente.
CA-02	1105,258	10049	11,053	Buena	
CA-03	2040,637	10049	20,406	Buena	
CA-04	5927,674	10049	59,277	Moderada	
CA-05	935,613	10049	9,356	Buena	
CA-06	3360,748	10049	33,607	Buena	
CA-07	929,214	10049	9,292	Buena	
CA-08	2213,627	10049	22,136	Buena	
CA-09	934,545	10049	9,345	Buena	

Fuente: Elaboración propia

\*Concentración aceptable según el INCA y la OMS

- **Ozono (O<sub>3</sub>)**

Cuadro 8. Niveles de concentración e índice de calidad de aire de O<sub>3</sub>

Estación	Nivel de concentración (µg/m <sup>3</sup> )	Concentración aceptable* (µg/m <sup>3</sup> )	Valor del INCA	Calificación del INCA	Observación
CA-01	2,583	120	2,153	Buena	Los puntos críticos con mayores y menores niveles de concentración e índices de calidad de aire fueron el Mercado “Las Mercedes” (CA-09) y Plaza Vea (CA-04); y Centro Comercial II (CA-07) y Mercado “Tupac Amaru” (CA-06) respectivamente.
CA-02	2,584	120	2,153	Buena	
CA-03	2,582	120	2,152	Buena	
CA-04	2,596	120	2,163	Buena	
CA-05	2,583	120	2,152	Buena	
CA-06	2,577	120	2,147	Buena	
CA-07	2,565	120	2,137	Buena	
CA-08	2,578	120	2,148	Buena	
CA-09	5,932	120	4,943	Buena	

Fuente: Elaboración propia

\*Concentración aceptable según el INCA y la OMS

## V. MEDIDAS

Se realizó un análisis de causa y efecto para las medidas según los programas propuestos de acuerdo a los resultados obtenido de los niveles de concentración de SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, CO y O<sub>3</sub>.

Cuadro 9. Causa y efecto de las medidas propuestas

Medidas	Causa	Efecto
Sensibilización y capacitación ambiental	- Los malos hábitos de las personas están relacionados con la contaminación ambiental.	- Una actitud positiva y conciencia ambiental, llegando a una educación y cultura ambiental.
Un día sin auto y sin moto	- Uso excesivo de los vehículos particulares y del transporte público. - Congestionamiento vehicular en el centro de la ciudad. - La quema de combustibles fósiles.	- Generara la caminata de las personas, mejorando así su salud con la actividad física. - Motivara a las entidades públicas y privadas a desconcentrar sus actividades en el centro de la ciudad.
Transporte sostenible y no motorizado	- Reducir los niveles de concentración SO <sub>2</sub> . - Congestionamiento vehicular en el centro de la ciudad. - La quema de combustibles fósiles.	- Mejorará la calidad de aire y reducirá la contaminación acústica. - Mejora la salud física y emocional de la población usuaria.
Jardinería vertical o techos verdes	- Escaza presencia de áreas verdes en el centro de la ciudad.	- Producen oxígeno y captan el dióxido de carbono. - Limpieza del aire.
Hora pico y placa	- El INCA según el SO <sub>2</sub> tiene una calificación “mala”. - Congestionamiento vehicular en el centro de la ciudad. - La quema de combustibles fósiles.	- Mejorará el INCA según el SO <sub>2</sub> pasando de una calificación “mala” a “buena”. - Reduce el congestionamiento vehicular y facilita el tránsito de vehículos más rápido.

Fuente: Elaboración propia

Para las medidas propuestas la entidad responsable seria la Municipalidad Provincial de San Román, con respecto a la fuente de financiamiento puede ser del fideicomiso ambiental y/o parte del presupuesto de la Gerencia de Servicios Públicos y Medio Ambiente de dicho municipio, además son factibles aplicarlos en los puntos críticos seleccionados de la investigación, los cuales son los siguientes:

### 5.1. Programa “Sensibilización y capacitación ambiental”

#### 5.1.1. Objetivo

Sensibilizar a las personas que circulan y capacitar a los comerciantes alrededor y/o comerciantes ambulantes en los puntos críticos.

#### 5.1.2. Meta

Desarrollar campañas de sensibilización una vez al mes durante un año (capacitaciones, talleres, cursos, seminarios, etc.).

### **5.1.3. Descripción**

El problema de la contaminación del aire que afecta a la calidad del aire está íntimamente relacionado con el comportamiento y hábitos de los ciudadanos. Por eso es importante conseguir un cambio de hábitos, basado en la educación ambiental. En ese sentido, esta medida busca crear conciencia en las personas que transitan y a estudiantes de las instituciones educativas aledañas a los puntos críticos evaluados de la ciudad de Juliaca con la finalidad de fomentar las buenas prácticas ambientales e incidir en la mejora de la calidad de aire.

### **5.1.4. Ámbito de aplicación**

Este programa puede ser aplicado en todos los puntos críticos evaluados, los cuales son: Mercado “Pedro Vilcapaza”, Centro comercial III, Plaza “San José”, Plaza vea, Mercado “Manco Cápac”, Mercado “Tupac Amaru”, Centro Comercial II, Mercado “Santa Barbara” y Mercado “Las Mercedes”

### **5.1.5. Consideraciones**

En caso de la sensibilización se debe contar con los materiales (ejemplo: afiches, dípticos, trípticos, etc.) necesarios y cómodos para poderlos realizar en la calle o en los mismos puestos de trabajos de los comerciantes. Por otro lado, identificar a los grupos sociales entre ellos a los estudiantes de las instituciones educativas aledañas para planificar campañas de sensibilización y capacitación, incluyendo actividades de participación e incentivo a la responsabilidad compartida.

### **5.1.6. Ventajas**

- Mayor conocimiento y conciencia en materia ambiental con respecto al aire.
- Promueve una cultura ambiental en relación a la calidad del aire.
- Crea actitudes positivas y buenas prácticas ambientales.

### **5.1.7. Desventajas**

- Requieren más tiempo de preparación, así como espacios y logística.
- No todo el mundo es sensible y permeable a este programa.
- Cansancio y en muchas ocasiones poco gratificante y valorado.

## **5.2. Programa “Un día sin auto y sin moto”**

### **5.2.1. Instrumento legal**

Ordenanza Municipal

### **5.2.2. Objetivo**

Liberar el centro de la ciudad de la contaminación del aire, congestionamiento y ruido provocado por las unidades motorizadas.

### **5.2.3. Meta**

Alcanzar por lo menos 12 horas de calidad de aire reduciendo los niveles de concentración de SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, CO y O<sub>3</sub>.

### **5.2.4. Descripción**

“Un día sin auto y sin moto” propone restringir el ingreso del transporte público, autos particulares y taxis a los puntos críticos evaluados de la ciudad de Juliaca durante dos días cada mes, el cual sería los inter domingos en un horario determinado durante estas doce horas se debe impedir el ingreso de vehículos a los puntos críticos de la ciudad, los cuales serán mencionados en el ámbito de aplicación.

### **5.2.5. Ámbito de aplicación**

Este programa puede ser aplicado en los siguientes puntos críticos evaluados, los cuales son: Centro comercial III, Plaza “San José”, Mercado “Tupac Amaru”, Centro Comercial II, Mercado “Santa Barbara” y Mercado “Las Mercedes”

### **5.2.6. Consideraciones**

El horario puede ser desde las 07:00 a.m. hasta las 07:00 p.m., en los puntos críticos mencionadas serán áreas restringidas los días domingos en el horario indicado, solo podrán circular en esos días y durante las horas señaladas los vehículos de los bomberos, ambulancias, 2 vehículos de la municipalidad provincial de San Román, y transporte de personas con discapacidad, en caso hubiera los vehículos eléctricos.

### **5.2.7. Ventajas**

- En un año podría mantenerse y/o reducirse los niveles de concentración de los parámetros evaluados.
- Reduce los niveles de ruido generado por los vehículos motorizados que circulan en los dichos puntos críticos de la ciudad.
- Incentiva a la población a utilizar la bicicleta para el bien de su salud y el ambiente.
- Motivar a las entidades públicas y empresas privadas a desconcentrar sus actividades en el centro de la ciudad o reubicarse en lugares estratégicos de dicha ciudad.

### **5.2.8. Desventajas**

- En un inicio, la medida inducirá a que la población se traslade a dichos puntos críticos de la ciudad caminando y/o en bicicletas provocando enfado y malestar en los ciudadanos.

- Los propietarios de los negocios ubicados en dichos puntos críticos de la ciudad de Juliaca se verán perjudicados por la disminución de sus ingresos económicos por la poca afluencia de público.

### **5.3. Programa “Transporte sostenible y no motorizado”**

#### **5.3.1. Instrumento legal**

Ordenanza Municipal

#### **5.3.2. Objetivo**

Utilizar un transporte sostenible y no motorizado, como, por ejemplo: la bicicleta y/o triciclo.

#### **5.3.3. Meta**

Estimular que al menos un 20% de los ciudadanos alrededor de los puntos críticos de la ciudad utilicen la bicicleta y/o triciclo como medio de transporte para mejorar la calidad del aire de dicha ciudad.

#### **5.3.4. Descripción**

El municipio deberá incentivar el uso de la bicicleta y/o triciclos en la ciudad, el éxito del mismo dependerá de la organización y atención de las necesidades de los usuarios, además de una coordinación permanente con las entidades responsables sobre el tema. Asimismo, mediante la ordenanza municipal se debe habilitar todas las vías alrededor de 3 a 5 cuadras de los puntos críticos identificados solo para peatones y ciclistas (bicicletas y triciclos), habilitada los dos domingos de cada mes.

#### **5.3.5. Ámbito de aplicación**

Este programa puede ser aplicado en todos los puntos críticos evaluados, los cuales son: Mercado “Pedro Vilcapaza”, Centro comercial III, Plaza “San José”, Plaza vea, Mercado “Manco Cápac”, Mercado “Tupac Amaru”, Centro Comercial II, Mercado “Santa Barbara”, Mercado “Las Mercedes”

#### **5.3.6. Consideraciones**

Presentar la bicicleta y/o triciclo como un medio de transporte atractivo y limpio, de tal forma que su inserción sea interesante para los usuarios. Establecer rutas más directas y seguras para los ciclistas; asimismo, reducir la vulnerabilidad de los ciclistas, separándolos de los vehículos motorizados, mejorando y garantizando un acompañamiento continuo por parte de las autoridades policiales. También mejorar la disponibilidad de parqueos en el centro de la ciudad e instituciones públicas y privadas.

### **5.3.7. Ventajas**

- Mejora de la calidad de aire reduciendo los niveles de concentración de SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, CO, O<sub>3</sub> (gases contaminantes) y material particulado.
- Reduce la contaminación acústica.
- Mejora la salud física y emocional de la población usuaria y en general.
- Tiene un costo mucho menor que un automóvil y ocupa un menor espacio en las vías.
- Su uso permanente implica un ahorro de dinero en combustibles, parqueos, en mantenimiento y en pasajes por el servicio público.
- Además, proporciona diversión y es una movilidad sostenible y limpio.

### **5.3.8. Desventajas**

- No existen ciclovías o vías exclusivas para bicicletas.
- El ciclista tiene mayor exposición a la violencia y/o robos.
- Con la implementación del uso de bicicletas y en relación al tráfico vehicular, el ciclista estará expuesto a riesgos de accidentes.

## **5.4. Programa “Jardinería vertical o techos verdes”**

### **5.4.1. Instrumento legal**

Ordenanza Municipal

### **5.4.2. Objetivo**

Instalar jardinerías verticales o techos verdes alrededor de los puntos críticos para mantener los niveles de concentración de SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, CO y O<sub>3</sub>, con el fin de encaminar a la ciudad de Juliaca a un desarrollo sostenible.

### **5.4.3. Meta**

Alcanzar por lo menos 3 viviendas en un año en cada punto crítico que tengan una jardinería verde o techo verde para mejorar la calidad de aire.

### **5.4.4. Descripción**

Este programa promueve e incentiva la instalación de jardines verticales o techos verdes, también conocidos como muros verdes, muros vivos y fachadas vegetadas; los usuarios y propietarios de los edificios o viviendas seleccionadas deben planificar sus áreas para la instalación y mantenimiento junto a un grupo de especialistas o especialista del municipio. La ordenanza debe especificar y clasificar las diferentes técnicas y sistemas, los estándares constructivos, los requisitos básicos de seguridad y las normas de funcionamiento y de mantenimiento.



#### **5.4.5. Ámbito de aplicación**

Este programa puede ser aplicado en todos los puntos críticos evaluados, los cuales son: Mercado “Pedro Vilcapaza”, Centro comercial III, Plaza “San José”, Plaza vea, Mercado “Manco Cápac”, Mercado “Tupac Amaru”, Centro Comercial II, Mercado “Santa Barbara” y Mercado “Las Mercedes”

#### **5.4.6. Consideraciones**

En la ordenanza municipal se deberá indicar los modelos, diseños y de cómo mantener los jardines verticales y techos verdes en los edificios o viviendas, se recomienda que las plantas sean del tipo trepadoras o enredaderas, además deberán soportar las condiciones ambientales de la ciudad de Juliaca; para que se desarrollen los jardines verticales deben tener espalderas y soportes. Por otro lado, se puede preparar otra ordenanza que considere diseños de una edificación sostenible y respetuosa con el medio ambiente.

#### **5.4.7. Ventajas**

- Mediante la fotosíntesis de las plantas producen oxígeno y consumen CO<sub>2</sub>.
- Limpieza del aire y el polvo que se adhieren a las hojas o caen al suelo por gravedad son metabolizados por la microflora existentes en el suelo.
- Reducción de remolinos de polvo ya que las hojas frenan y retienen las partículas de polvo en suspensión.
- Efecto del aislamiento térmico (protección térmica), la masa vegetal crea un colchón de aire que ofrece aislamiento térmico.
- Reducción de la velocidad del viento, la vegetación actúa como una barrera.
- Protección de las fachadas de los edificios o viviendas contra los rayos solares y la lluvia.
- Protección contra el ruido, cuando el jardín cuenta con un espesor considerable.
- Mejora la salud y el bienestar de los ciudadanos, asimismo tiene un efecto tranquilizante sobre las personas estresadas.

#### **5.4.8. Desventajas**

- Necesita un sistema de riego manual o incluso automatizado.
- Al estar en ambientes familiares como apartamentos, su construcción de la estructura del jardín, debe ser utilizado con materiales adecuados, bien sea con sistemas de mallas o armazones metálicos.
- Necesita un excesivo cuidado, debe evitarse el uso de sustancias químicas que sean tóxicas.
- Un jardín vertical exige aún más tiempo, cuidado y atención en comparación con los techos verdes.

## **5.5. Programa “Hora pico y placa”**

### **5.5.1. Instrumento legal**

Ordenanza Municipal

### **5.5.2. Objetivo**

Disminuir el congestionamiento vehicular en los puntos críticos evaluados de la ciudad de Juliaca.

### **5.5.3. Meta**

Aplicarlo al menos en 3 puntos críticos durante el primer año de vigencia de la ordenanza municipal.

### **5.5.4. Descripción**

El programa restringe algunos autos según el número final (par o impar) de la “placa” de los vehículos por ciertas horas, por lo que busca disminuir el tráfico vehicular del centro de la ciudad de Juliaca, específicamente en los horarios “pico”; en caso no se respete las reglas y consideraciones se sanciona con multas a los dueños de los vehículos.

### **5.5.5. Ámbito de aplicación**

Este programa puede ser aplicado solo en algunos puntos críticos evaluados, los cuales son: Centro comercial III, Plaza “San José”, Mercado “Tupac Amaru”, Centro Comercial II y Mercado “Santa Barbara”

### **5.5.6. Consideraciones**

Se propone ejecutar este programa que los lunes, miércoles y viernes circulen los vehículos con placa que terminen en par y cero; y los martes, jueves y sábados circulen los vehículos con placa que terminen en impar; en los horarios pico como 6 a.m. a 8 a.m., 11 a.m. a 1 p.m., 5 p.m. a 7p.m., en las mañanas, tardes y noches respectivamente. Sin embargo, este programa se permite el libre tránsito de vehículos policiales, bomberos y de emergencia, así como el transporte público,

### **5.5.7. Ventajas**

- Reduce el congestionamiento vehicular en la parte céntrica de la ciudad.
- Facilita el tránsito de vehículos de transporte público más rápido.
- Las personas que trabajan en el centro de la ciudad llegarán rápido a su trabajo con un menor costo, y aumentarán su productividad.

### **5.5.8. Desventajas**

- Uso de vehículos particulares en cualquier momento
- Ciertas personas irán por las vías alternas y demorarán su tiempo habitual.

## **VI. CONCLUSIONES**

En conclusión, el plan de mejora para la calidad de aire en puntos críticos de la ciudad de Juliaca tiene como finalidad mantener los niveles de concentración de SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, CO y O<sub>3</sub> para cumplir las concentraciones aceptables e índices de calidad de aire, además dicho plan de mejora es realizable de acuerdo al ámbito de aplicación.

Con referencia a las medidas para la mejora de la calidad de aire son 5 programas, los cuales son: “Sensibilización y capacitación ambiental”, “Un día sin auto y sin moto”, “Transporte sostenible y no motorizado”, “Jardinería vertical o techos verdes” y “Hora pico y placa”; todos estos programas son factibles, siempre en cuando se realice en coordinación con el Municipio Provincial de San Román y con una fuente de financiamiento del fideicomiso ambiental y/o con cierta parte del presupuesto de la Gerencia de Servicios Publico y Medio ambiente.

## VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Cepei. (2018). ONU Medio Ambiente. Gobernanza Ambiental la Agenda 2030. Avances y buenas prácticas en América Latina y el Caribe. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. Ciudad de Panamá. Panamá.
- CEUPE. (2020). Centro Europeo de Postgrado. La dispersión de los contaminantes. Recuperado de <https://www.ceupe.com/blog/la-dispersion-de-los-contaminantes.html>
- Constitución política del Perú. (1993). *Las políticas ambientales del Perú*. Recuperado de [http://www.tecnologiaslimpias.cl/peru/peru\\_medamb.html](http://www.tecnologiaslimpias.cl/peru/peru_medamb.html)
- La tierra y el universo. (2017). Estructura de la atmosfera. Recuperado de <http://atlasgeomundo.blogspot.com/2017/01/estructura-de-la-atmosfera.html>
- Ley N° 26842. (2006). Ley general de salud. Diario Oficial El Peruano. Recuperado de [http://www.salud.gob.mx/cnts/pdfs/LEY\\_GENERAL\\_DE\\_SALUD.pdf](http://www.salud.gob.mx/cnts/pdfs/LEY_GENERAL_DE_SALUD.pdf)
- Ley N° 27972. (2003). *Ley orgánica de municipalidades*. Diario Oficial El Peruano. Recuperado de <file:///C:/Users/HP/Downloads/Ley27972LOM.pdf>
- Ley N° 28611. (2005). *Ley general del ambiente*. Diario Oficial El Peruano. Recuperado de <http://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2013/06/ley-general-del-ambiente.pdf>
- MINAM. (2013). Ministerio del Ambiente. Informe nacional del estado del ambiente 2012 – 2013. Recuperado de <http://www.minam.gob.pe/politicas/wp-content/uploads/sites/17/2013/10/INFORME-NACIONAL-del-Estado-2013.compressed.pdf>
- Necco, G. (2016). La atmósfera, su origen, composición y estructura. Taller de Introducción a las Ciencias de la Atmósfera. Recuperado de [http://meteo.fisica.edu.uy/Materias/TICA/Teorico2016/TICA\\_2016\\_Clase2\\_atmosfera.pdf](http://meteo.fisica.edu.uy/Materias/TICA/Teorico2016/TICA_2016_Clase2_atmosfera.pdf)
- OMS. (2018). Organización Mundial de la Salud. Calidad del aire y salud. Recuperado de [https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/ambient-\(outdoor\)-air-quality-and-health](https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/ambient-(outdoor)-air-quality-and-health)
- PCA. (2016). Plan municipal de gestión de la calidad de aire de Vitoria Gasteiz. Coordinadas del plan – La contaminación atmosférica. Recuperado de <https://www.vitoria-gasteiz.org/docs/wb021/contenidosEstaticos/adjuntos/es/52/31/5231.pdf>
- PDU. (2017). Plan de desarrollo urbano de la ciudad de Juliaca 2016 - 2025. Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. Recuperado de <http://eudora.vivienda.gob.pe/OBSERVATORIO/documentos/PDU/Juliaca/4%20Volumen%204%20-%20Resumen%20Ejecutivo%20PDU%20Juliaca.pdf>
- Salcido, A., Celada, A., Tamayo, G., Hernández, N., Carreón, S., Martínez, M., Colin, A., Solano, H., Salcido, A., y Gaspar, J. (2019). Calidad del aire y monitoreo atmosférico. *Revista Digital Universitaria*, 20 (3), 1-9
- Verde, S. (2020). La atmosfera: composición y estructura. Recuperado de <https://elblogverde.com/la-atmosfera-composicion-y-estructura/>

WAW