

**UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA DE FORMACION PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**



**T E S I S**

**Evaluación del monitoreo de calidad de aire de la obra de  
saneamiento: Creación de los sistemas de agua potable dependientes  
del reservorio N°39 y alcantarillado del Distrito de Cerro Colorado,  
Provincia, Departamento y Región de Arequipa**

**Para optar el título profesional de:**

**Ingeniero Ambiental**

**Autor:**

**Bach. Lidia Alissa SALINAS VASQUEZ**

**Asesor:**

**Mg. Julio Antonio ASTO LIÑAN**

**Cerro de Pasco – Perú – 2024**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA DE FORMACION PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**



**T E S I S**

**Evaluación del monitoreo de calidad de aire de la obra de  
saneamiento: Creación de los sistemas de agua potable dependientes  
del reservorio N°39 y alcantarillado del Distrito de Cerro Colorado,  
Provincia, Departamento y Región de Arequipa**

**Sustentada y aprobada ante los miembros del jurado:**

---

**Dr. David Jhonny CUYUBAMBA ZEBALLOS**  
**PRESIDENTE**

---

**Mg. Eleuterio Andrés ZAVALETA SÁNCHEZ**  
**MIEMBRO**

---

**Mg. Edgar Walter PÉREZ JUZCAMAYTA**  
**MIEMBRO**



Universidad Nacional Daniel Alcides  
Carrión Facultad de Ingeniería  
Unidad de Investigación

**INFORME DE ORIGINALIDAD N° 017-2024-UNDAC/UIFI**

La Unidad de Investigación de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión en mérito al artículo 23° del Reglamento General de Grados Académicos y Títulos Profesionales aprobado en Consejo Universitario del 21 de abril del 2022, La Tesis ha sido evaluado por el software antiplagio Turnitin Similarity, que a continuación se detalla:

Tesis:

**“EVALUACIÓN DEL MONITOREO DE CALIDAD DE AIRE  
DE LA OBRA DE SANEAMIENTO: CREACIÓN DE LOS  
SISTEMAS DE AGUA POTABLE DEPENDIENTES DEL  
RESERVORIO N°39 Y ALCANTARILLADO DEL DISTRITO  
DE CERRO COLORADO, PROVINCIA, DEPARTAMENTO Y  
REGIÓN DE AREQUIPA”**

Apellidos y nombres de los tesistas:

**Bach. SALINAS VÁSQUEZ, Lidia Alissa**

Apellidos y nombres del Asesor:

**Mg. ASTO LIÑAN, Julio Antonio**

Escuela de Formación Profesional

**Ingeniería Ambiental**

Índice de Similitud

**16%**

**APROBADO**

Se informa el Reporte de evaluación del software similitud para los fines pertinentes:

Cerro de Pasco, 18 de enero del 2024

UNDA- UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN  
**Luis Villar Requies Carbajal**  
DOCTOR EN CIENCIAS - DIRECTOR

### **DEDICATORIA:**

Esta tesis se la dedico a la gran familia que pertenezco orgullosamente en especial a Lidia y Justo, mis padres por todo el apoyo que me brindaron a lo largo de mi vida, pues ellos sembraron en mi la base de la perseverancia y deseos de superación.

A Jeffry, mi amado hijo que es mi impulso, mi motivación e inspiración y mi mundo entero, en ellos tengo el amor y apoyo que me sostienen, hacen que me esfuerce cada día para ser un excelente profesional y una gran persona.

## **AGRADECIMIENTO**

Quiero expresar mi más profunda gratitud a quienes hicieron realidad este logro, quienes fueron parte de este proceso, aquellos que junto a mí recorrieron el camino y nunca me soltaron, esta mención es para Dios por todas las bendiciones y por mostrarme el camino, mis amados padres, mi hijo, mi hermana. Gracias infinitas a todos ustedes por ayudarme a ser el profesional de ahora.

Mi agradecimiento, a la Universidad y la Escuela de Ingeniería, a mi asesor de tesis, Mg. Julio A. Asto Liñan por su conocimiento y experiencias compartidas que me ayudaron en mi formación profesional.

Muchas gracias a todos.

## RESUMEN

La presente investigación se llevó a cabo en el distrito de Cerro Colorado, Provincia, Departamento y Región de Arequipa, donde existe un alto grado de concentración de material particulado (PM10 y PM2,5) como también SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, CO producto de las actividades de la obra “Creación de los sistemas de agua potables dependientes del reservorio N°39 y alcantarillado del Distrito de Cerro Colorado, Provincia, Departamento y Región de Arequipa”, ocasionando problemas de contaminación a la calidad del aire de la zona en estudio, causando de esta manera el deterioro del medio ambiente y posibles problemas a la salud pública.

El estudio pretende realizar el monitoreo de la calidad del aire con la finalidad de dar el seguimiento de la calidad de los diferentes factores ambientales como el aire que podrían ser afectados durante la ejecución del proyecto, estas actividades están conformadas por la realización de mediciones y evaluaciones sobre el comportamiento o evolución de las características de la calidad de aire, durante el desarrollo de las diferentes etapas del proyecto.

La presente investigación ha tenido como objetivo principal de identificar y establecer cómo afectan las actividades en los parámetros de la calidad de aire en la obra de saneamiento: “Creación de los sistemas de agua potable dependientes del reservorio N39 y alcantarillado sanitario del distrito de cerro colorado – Arequipa”, en el comportamiento de los parámetros de la calidad del aire; y para dar cumplimiento a este objetivo se recopiló los resultados del monitoreo basal, I y II monitoreo de la calidad de aire, para luego ser analizada en cuanto a su comportamiento y la causa de sus variaciones y comparadas con la normativa ambiental (ECA) y lograr identificar su grado de cumplimiento a estas. Llegando a las siguientes conclusiones:

Los valores obtenidos para PM10 según los resultados en dicho punto de monitoreo basal (A- 02- N39) y I y II monitoreo de calidad de aire en 3 puntos de monitoreo de calidad de aire (CA – 02- DIC; CA- 03 – DIC y CA – 04 – DIC) se encuentran por encima del estándar de calidad ambiental (100 Ug/m<sup>3</sup>) establecido en el D.S. N° 003-2017-MINAM, y con una mayor concentración de esa partícula en el punto CA-04-DIC y ENE por tanto, encontrándose no cumpliendo la norma ambiental (ECA para aire) debido a las actividades propias del proyecto y otras influyentes al área de estudio como al aumento de la velocidad de viento durante los días de monitoreo, así como las vías de acceso no se encuentran pavimentadas y específicamente en el punto CA- 04-DIC y CA – 04 - ENE, a 100 metros en sentido barlovento se encuentra 2 fábricas de ladrillos artesanales los cuales se encuentran en funcionamiento, en estos hornos usan leña, aceites usados y otros elementos de combustión para su calentamiento, por lo que la generación de material particulado en este punto es de mayor concentración. Así mismo en el I y II monitoreo los valores obtenidos para PM2,5 y el monitoreo Basal como margen de comparación; se obtuvieron que en 3 puntos de monitoreo de calidad de aire y el monitoreo basal se encuentran levemente por encima del ECA para aire, establecido en el D.S. N° 003-2017-MINAM y por las mismas causas ya expuestas anteriormente. Y por último los valores obtenidos de SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub> y CO detectados en los 4 puntos de monitoreo son menores al límite de cuantificación del método, por lo tanto, se encuentran por debajo de los ECA para aire y llegándose a cumplir la norma ambiental.

**Palabras claves:** Calidad de aire, Estándares de calidad ambiental (ECA) para aire, Monitoreo Basal para aire.

## **ABSTRACT**

The present investigation was carried out in the district of Cerro Colorado, Province, Department and Region of Arequipa, where there is a high concentration of particulate matter (PM10 and PM2.5) as well as SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, CO as a result of the activities of the work "Creation of drinking water systems dependent on reservoir No. 39 and sewerage of the District of Cerro Colorado, Province, Department and Region of Arequipa", causing air quality contamination problems in the area under study, thus causing environmental deterioration and possible public health problems.

The study aims to monitor air quality in order to follow up on the quality of the different environmental factors such as air that could be affected during the implementation of the project, these activities are made up of measurements and evaluations on the behavior or evolution of the characteristics of air quality during the development of the different stages of the project.

The main objective of this research was to identify and establish how the activities affect the air quality parameters in the sanitation project: "Creation of drinking water systems dependent on reservoir N39 and sanitary sewerage of the district of Cerro Colorado - Arequipa", in the behavior of the parameters of air quality; and to give fulfillment to this objective the results of the basal monitoring, I and II monitoring of air quality were compiled, to then be analyzed in terms of their behavior and the cause of their variations and compared with the environmental regulations (ECA) and manage to identify their degree of compliance to these. The following conclusions were reached:

The values obtained for PM10 according to the results in said basal monitoring point (A- 02- N39) and I and II air quality monitoring in 3 air quality monitoring points (CA - 02- DIC; CA- 03 - DIC and CA - 04 - DIC) are above the environmental quality



standard (100 Ug/m<sup>3</sup>) established in D.S. N° 003-2017-MINAM, and with a higher concentration of that particle at point CA-04-DIC and ENE therefore, being found not complying with the environmental standard (ECA for air) due to the project's own activities and other influential to the study area as the increase in wind speed during the monitoring days, In addition, the access roads are not paved and specifically at points CA- 04-DIC and CA - 04 - ENE, 100 meters to the windward there are two brick factories in operation, which use firewood, used oils and other combustion elements for heating, so the generation of particulate matter at this point is of higher concentration. Likewise in the I and II monitoring the values obtained for PM<sub>2.5</sub> and the Basal monitoring as a margin of comparison; it was obtained that in 3 air quality monitoring points and the basal monitoring are slightly above the ECA for air, established in the D.S. N° 003-2017-MINAM and for the same causes already exposed above. And finally, the values obtained for SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub> and CO detected in the 4 monitoring points are lower than the quantification limit of the method, therefore, they are below the ECA for air and reaching compliance with the environmental standard.

**Key words:** Air quality, Environmental quality standards (EQS) for air, Baseline monitoring for air.

## INTRODUCCIÓN

En la ciudad de Arequipa se viene ejecutando la obra de saneamiento “Creación de los sistemas de agua potable dependientes del reservorio N 39 y Alcantarillado Sanitario del distrito de Cerro Colorado, provincia, departamento y región de Arequipa”, el cual se pretende identificar y determinar el comportamiento de los parámetros de la calidad del aire del mencionado proyecto, realizando un análisis comparativo con el monitoreo basal y la norma ambiental ECA para aire y determinar su grado de cumplimiento a esta, así mismo, para el seguimiento de la calidad de los diferentes factores ambientales que podrían ser afectados durante la ejecución del proyecto, esas actividades están conformadas por la realización de mediciones y evaluaciones sobre el comportamiento o evolución de las características de la calidad del aire y de los parámetros meteorológicos, durante el desarrollo de las diferentes etapas del proyecto.

Los resultados obtenidos del monitoreo describirán las variaciones en la presencia de los elementos que componen la calidad del aire, esto es de vital importancia ya que dicho recurso es el soporte de la vida de las personas. En caso de encontrarse valores en las muestras obtenidas de los parámetros establecido, por encima de los ECAs, se analizarán los resultados obtenidos y se compararan que meses hubo variaciones altas y bajas y con qué actividades tuvieron variaciones, así como, intensificar el monitoreo con el fin de determinar si se está cumpliendo con los ECAs para aire.

Para el análisis de resultados se investigó y analizo a gran escala los resultados emitidos por documentación del monitoreo basal, primer monitoreo y segundo monitoreo que se realizaron de forma mensual, siendo los meses de diciembre y enero; la selección de los parámetros para el monitoreo, han sido considerados por el tipo de

actividad que se va a realizar, es decir, se van a realizar movimientos de tierra (excavaciones de zanjas, corte de terrenos, otros) que va a generar material particulado, y las maquinarias pesadas y equipos que van a realizar dichos trabajos generando gases.

La presente Tesis **“EVALUACIÓN DEL MONITOREO DE CALIDAD DE AIRE DE LA OBRA DE SANEAMIENTO: CREACIÓN DE LOS SISTEMAS DE AGUA POTABLE DEPENDIENTES DEL RESERVORIO N°39 Y ALCANTARILLADO DEL DISTRITO DE CERRO COLORADO, PROVINCIA, DEPARTAMENTO Y REGIÓN DE AREQUIPA”**, por tanto el estudio presenta como objetivo principal la de identificar y establecer cómo afectan las actividades en los parámetros de la calidad de aire en la obra de saneamiento: “Creación de los sistemas de agua potable dependientes del reservorio N39 y alcantarillado sanitario del distrito de cerro colorado – Arequipa”, en el comportamiento de los parámetros de la calidad del aire.

## ÍNDICE

DEDICATORIA	
AGRADECIMIENTO	
RESUMEN	
ABSTRACT	
INTRODUCCIÓN	
ÍNDICE	
INDICE DE TABLAS	
INDICE DE IMAGEN	
INDICE DE GRAFICOS	

### CAPÍTULO I

#### PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1	Planteamiento del problema .....	1
1.2	Delimitación de la investigación .....	2
1.3	Formulación del problema.....	3
	1.3.1 Problema general .....	3
	1.3.2 Problemas específicos.....	3
1.4	Formulación de Objetivos .....	3
	1.4.1 Objetivo General.....	3
	1.4.2 Objetivos Específicos .....	4
1.5	Justificación de la investigación.....	4
1.6	limitaciones de la investigación.....	4

### CAPÍTULO II

#### MARCO TEÓRICO

2.1	Antecedentes del estudio .....	5
	2.1.1 Antecedentes Internacionales .....	5
	2.1.2 Antecedentes Nacionales .....	9
	2.1.3 Antecedentes Regionales .....	13
2.2	Bases teóricas - científicas.....	17
	2.2.1. Calidad del aire .....	17
	2.2.2 Tipos de contaminantes de aire.....	19
	A. Contaminante primario .....	19
	B. Contaminante secundario .....	20

2.2.3.	Procesos de contaminación atmosférica .....	21
2.2.4	Estándares de la calidad ambiental .....	22
2.2.5	Parámetros de la calidad del aire .....	24
2.2.6	Monitoreo de la calidad del aire .....	28
2.3.	Definición de términos conceptuales.....	28
2.4.	Enfoque filosófico - epistémico.....	30

### **CAPÍTULO III**

#### **METODOLOGÍA Y TÉCNICA DE INVESTIGACIÓN**

3.1	Tipo de Investigación .....	33
3.2	Nivel de investigación .....	34
3.3.	Característica de la investigación .....	34
3.4.	Métodos de investigación .....	35
3.5.	Diseño de la investigación.....	35
3.6.	Procedimiento del muestreo .....	36
	3.6.1. Población .....	36
	3.6.2. Muestra .....	37
3.7	Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	38
3.8	Técnicas de procesamiento y análisis de datos.....	40
3.9	Orientación ética.....	41

### **CAPITULO IV**

#### **PRESENTACIÓN DE RESULTADO**

4.1.	Presentación, análisis e interpretación de resultados.....	43
	4.1.1 Resultados del Monitoreo Basal .....	43
	4.1.2 Resultados del I Monitoreo de Calidad de Aire.....	54
	4.1.3 Resultados del II Monitoreo de Calidad de Aire .....	62
4.2.	Discusión de Resultados.....	71

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANEXOS

## INDICE DE TABLAS

Tabla 1: Principales contaminantes atmosféricos químicos y sus fuentes .....	21
Tabla 2: Estandares de Calidad Ambiental para Aire .....	23
Tabla 3: Zonas y sectores del área de estudio .....	36
Tabla 4: Puntos de monitoreo de la zona de estudio Monitoreo Basal .....	37
Tabla 5: Puntos de monitoreo de la Calidad de Aire Ambiental y Parámetros Meteorológicos - I Monitoreo - Coordenadas UTM .....	37
Tabla 6: Puntos de monitoreo de la Calidad de Aire Ambiental y Parámetros meteorológicos - II Monitoreo - Coordenadas UTM .....	38
Tabla 7: Comparativo de los Resultados de Calidad de Aire, según D.S. N° 003-2017- MINAM.....	45
Tabla 8: Resultados Promedios de Parámetros Meteorológicos .....	46
Tabla 9: Resultados promedios de los Parámetros Meteorológicos - CA- 01 - DIC .....	55
Tabla 10: Resultados promedios de los Parámetros meteorológicos - CA – 02-DIC .....	55
Tabla 11: Resultados promedios de los Parámetros meteorológicos – CA – 03 - DIC..	55
Tabla 12: Resultados promedios de los Parámetros meteorológicos – CA – 04 - DIC..	56
Tabla 13: Comparativo de los resultados de Calidad de Aire, según D.S. N° 003 – 2017- MINAM.....	56
Tabla 14: Tabla Comparativo de los Resultados de la calidad de aire con el Monitoreo Basal .....	59
Tabla 15: Resultados promedios de los Parámetros meteorológicos – CA- 01 - ENE ..	62
Tabla 16: Resultados promedios de los Parámetros meteorológicos - CA – 02 - ENE .	63
Tabla 17: Resultados promedios de los Parámetros meteorológicos – CA – 03 -ENE..	63
Tabla 18: Resultados promedios de los Parámetros meteorológicos – CA – 04 -ENE..	63
Tabla 19: Tabla Comparativo de los Resultados de la calidad de aire según D.S. N° 003 – 2017 - MINAM.....	64
Tabla 20: Comparativo de los Resultados de la calidad de aire con el Monitoreo Basal .....	67

## INDICE DE IMAGEN

Imagen 1: Área de Intervención .....	44
--------------------------------------	----

## INDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Concentración de Material Particulado PM10 .....	46
Gráfico 2: Concentración de Material Particulado PM2.5 .....	47
Gráfico 3: Concentración de Dióxido de Azufre (SO2).....	47
Gráfico 4: Concentración de Dióxido de Nitrógeno (NO2) .....	48
Gráfico 5: Concentración de Monóxido de Carbono (CO) .....	48
Gráfico 6: Concentración de Benceno (C6H6) .....	49
Gráfico 7: Concentración de Ozono (O3) .....	49
Gráfico 8: Resultados de Parámetros Meteorológicos (Del 23/09/2021 al 28/09/2021) – A-02-N39 / Temperatura .....	50
Gráfico 9: Resultados de Parámetros Meteorológicos (Del 23/09/2021 al 28/09/2021) – A-02-N39 / Humedad .....	50
Gráfico 10: Resultados de Parámetros Meteorológicos (Del 23/09/2021 al 28/09/2021) – A-02-N39 / Velocidad del viento .....	51
Gráfico 11: Resultados de Parámetros Meteorológicos (Del 23/09/2021 al 28/09/2021) – A-02-N39 / Presion atmosferica.....	51
Gráfico 12: Rosa de Viento (Del 23/09/2021 al 24/10/2021) / A-02-N39.....	52
Gráfico 13: Rosa de Viento (Del 24/09/2021 al 25/10/2021) / A-02-N39.....	52
Gráfico 14: Rosa de Viento (Del 25/09/2021 al 26/10/2021) / A-02-N39.....	53
Gráfico 15: Rosa de Viento (Del 26/09/2021 al 27/10/2021) / A-02-N39.....	53
Gráfico 16: Rosa de Viento (Del 27/09/2021 al 28/10/2021) / A-02-N39.....	54
Gráfico 17: Concentración de Material particulado PM10 (ug/m3) – I Monitoreo .....	57
Gráfico 18: Concentración de Material particulado PM2,5 (ug/m3) – I Monitoreo .....	57
Gráfico 19: Concentración de Dióxido de azufre SO2 (ug/m3) – I Monitoreo.....	58
Gráfico 20: Concentración de Dióxido de Nitrógeno NO2 (ug/m3) – I Monitoreo.....	58
Gráfico 21: Concentración de Monóxido de Carbono CO (ug/m3) – I Monitoreo.....	59
Gráfico 22: Comparación de la concentración de Material Particulado PM10 con monitoreo basal .....	60
Gráfico 23: Comparación de la concentración de Material Particulado PM2,5 con monitoreo basal .....	60
Gráfico 24: Comparación de la concentración de Dióxido de Azufre SO2 con monitoreo basal .....	61



Gráfico 25: Comparación de la concentración de Dióxido de Nitrógeno NO <sub>2</sub> con monitoreo basal .....	61
Gráfico 26: Comparación de la concentración de Monóxido de Carbono CO con monitoreo basal .....	62
Gráfico 27: Concentración de material particulado PM <sub>10</sub> .....	64
Gráfico 28: Concentración de material particulado PM <sub>2.5</sub> .....	65
Gráfico 29: Concentración de Dióxido de Azufre (SO <sub>2</sub> ).....	65
Gráfico 30: Concentración de Dióxido de Nitrógeno (NO <sub>2</sub> ) .....	66
Gráfico 31: Concentración de Monóxido de Carbono (CO) .....	66
Gráfico 32: Comparación de la concentración de Material Particulado PM <sub>10</sub> con Monitoreo Basal, Diciembre – Enero .....	67
Gráfico 33: Comparación de la concentración de Material Particulado PM <sub>2.5</sub> con Monitoreo Basal, Diciembre – Enero .....	68
Gráfico 34: Comparación de la concentración de SO <sub>2</sub> con Monitoreo Basal, Diciembre – Enero.....	69
Gráfico 35: Comparación de la concentración de NO <sub>2</sub> con Monitoreo Basal, Diciembre – Enero.....	69
Gráfico 36: Comparación de la concentración de CO con Monitoreo Basal, Diciembre – Enero.....	70

## **CAPITULO I**

### **PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN**

#### **1.1. Planteamiento del problema**

En la ciudad de Arequipa se desarrolló la obra de saneamiento “creación de los sistemas de agua potable dependientes del reservorio N-39 y Alcantarillado Sanitario del distrito de cerro colorado, provincia, departamento y región de Arequipa”, la cual contiene tres instrumentos de Gestión Ambiental, siendo: el Estudio de Evaluación Ambiental Especifico – EEAE, el Plan de Gestión Ambiental y Social – PGAS-C y la Ficha Técnica Ambiental – FTA.

Según el expediente se manejan estos instrumentos de gestión ambiental, donde indican principalmente el programa de monitoreo ambiental, estableciendo los parámetros considerados en el proyecto, para el seguimiento de la calidad de los diferentes factores ambientales que podrían ser afectados durante la ejecución del proyecto, esas actividades están conformadas por la realización de mediciones y evaluaciones sobre el comportamiento o evolución de las características del ambiente, durante el desarrollo de las diferentes etapas del proyecto.

Los resultados obtenidos del monitoreo describirán las variaciones en la presencia de los elementos que componen la calidad del ambiente, esto es de vital importancia ya que dicho ambiente es el soporte de la vida de las personas. En caso de encontrarse valores en las muestras obtenidas de los parámetros establecido, por encima de los ECAs, se analizarán los resultados obtenidos y se compararan que meses hubo variaciones altas y bajas y con qué actividades tuvieron variaciones. Se intensificarán las medidas obtenidas en el plan, así como, intensificar el monitoreo con el fin de determinar si se está cumpliendo con los ECAs.

Se empezará con el monitoreo basal, por consiguiente, se realizarán de forma mensual, siendo los meses de diciembre, enero y febrero; la selección de los parámetros para el monitoreo, han sido considerados por el tipo de actividad que se va a realizar, es decir, se van a realizar movimientos de tierra (excavaciones de zanjas, corte de terrenos, otros) que va a generar material particulado, y las maquinarias pesadas y equipos que van a realizar dichos trabajos generando gases.

## **1.2. Delimitación de la investigación**

La evaluación del monitoreo ambiental es en 4 estaciones de monitoreo de una obra de saneamiento de agua y desagüe del reservorio N39 en la ciudad de Arequipa del Distrito Cerro Colorado, esta divididos en los sectores II, III, VII, VIII, IX, X, XI, XII Y XIII de la Asociación Parque Industrial Por venir Arequipa (APIPA) y los sectores I, IV y V de la Asociación Urbanizadora José Luis Bustamante y Ribero (JLBYR). Los puntos establecidos son estratégicos para la mejor evaluación de monitoreo, estos son: dirección predominante del

viento, condiciones de seguridad para los equipos y las facilidades para el acceso.

### **1.3. Formulación del problema**

#### **1.3.1. Problema general**

¿Cómo afectan las actividades de la obra de saneamiento “Creación de los sistemas de agua potable dependientes del reservorio N39 y alcantarillado sanitario del distrito de Cerro Colorado - Arequipa” en el comportamiento de los parámetros de la calidad del aire?

#### **1.3.2. Problemas específicos**

- ¿Cuál es el comportamiento del monitoreo de la calidad de aire en la obra de saneamiento y su grado de cumplimiento a los ECA para aire?
- ¿Cuál es el comportamiento del Monitoreo Basal de la calidad de aire en la obra de saneamiento?
- ¿Cuál es el comportamiento del Monitoreo Basal de la calidad de aire en la obra de saneamiento comparado con los monitores I y II?

### **1.4. Formulación de Objetivos**

#### **1.4.1. Objetivo General**

Identificar y establecer cómo afectan las actividades en los parámetros de la calidad de aire en la obra de saneamiento: Creación de los sistemas de agua potable dependientes del reservorio N39 y alcantarillado sanitario del distrito de cerro colorado – Arequipa, en el comportamiento de los parámetros de la calidad del aire.

#### **1.4.2. Objetivos Específicos**

- Identificar cuál es el comportamiento del monitoreo de la calidad de aire en la obra de saneamiento y su grado de cumplimiento a los ECA para aire.
- Determinar cuál es el comportamiento del Monitoreo Basal de la calidad de aire en la obra de saneamiento.
- Establecer cuál es el comportamiento del Monitoreo Basal de la calidad de aire en la obra de saneamiento comparado con los monitores I y II.

#### **1.5. Justificación de la investigación**

Las obras civiles, implican actividades que cambian o alteran los parámetros de la calidad del aire, por lo que este estudio va a evaluar y comparar estas variaciones relacionándolo con las actividades que se realizan en la obra de saneamiento, se tendrán en cuenta la medición de gases como (CO, NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>), material particulado PM 2.5, PM 10, con los resultados obtenidos se tomara medidas de prevenciones en obra para mejorar las medidas de control ambiental contribuyendo con el beneficio del medio ambiente y la población.

#### **1.6. Limitaciones de la investigación**

Según expediente se realizaría 12 monitoreos mensuales, de las cuales se realizaron el monitoreo basal y 3 mensuales según cronograma de ejecución de las actividades, debido a situaciones internas de la contratista la obra paralizó y se quedó en él 10% por ciento del avance total de las actividades programadas.

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1. Antecedentes del estudio**

##### **2.1.1. Antecedentes Internacionales**

**Rodríguez, L. et al (2020)**, en una investigación titulada: Análisis espacial de las concentraciones de PM<sub>2,5</sub> en Bogotá según los valores de las guías de la calidad del aire de la Organización Mundial de la Salud para enfermedades cardiopulmonares, 2014-2015, brinda referencias muy importantes:

Como gran parte de los altos índices de acumulación de partículas suspendidas en la ciudad de Bogotá, la información tiene como finalidad estimar entre el año 2014 y 2015 la concentración de material particulado PM<sub>10</sub> y PM<sub>2.5</sub>, realizando una categorización según las guías de la evaluación de la calidad del aire de la OMS (Organización Mundial de la Salud), de enfermedades cardiopulmonares; esta entidad tiene valores diarios y anuales para la medición de las concentraciones en las guías de la calidad del aire, el

instrumento usado fue mediante técnicas geoestadísticas, y concluyen en lo siguiente:

“Los resultados demostraron que la que la mayor concentración de material particulado PM<sub>2.5</sub> se dio en la localidad de Kennedy en diferentes horarios según las guías, así mismo se menciona que incremento la mortalidad cardiopulmonar en un 1,2% en corto plazo y un 9% en largo plazo. Se menciona que se cumplió con el valor anual del guía de la calidad del aire en una parte de la zona oriental con un 10 µg/m<sup>3</sup> entre las horas de 0:00 a 6:00 y 12:00 a 18:00 sienta en total 6 horas. Hubo una variación de resultados que cumplían los objetivos intermedios de 2 y 3 entre las horas de 12:00, 18:00 a las 24:00, sumando al alto índice de crecimiento de mortalidad cardiopulmonar”.

**Castiblanco, C., & Cañon, N. (2019)** en un estudio titulado: Prototipo de bajo costo para monitoreo de calidad del aire en ambientes interiores, menciona lo siguiente:

Se han estudiado las mediciones de la calidad de aire en espacios exteriores por el parque automotor, industrias, desarrollo de proyecto de construcción en general y muchas actividades, pero no hay muchos estudios específicamente de la contaminación de espacios interiores de cualquier lugar donde haya actividad donde que se miden como es la calidad de aire, a donde se quiere llegar con esta investigación es realizar el diseño e implementación de un dispositivo tipo prototipo de bajo costo para el monitoreo de la calidad de aire en espacios interiores. El enfoque fue cuantitativo con diseño experimental, Para este proyecto se realizó un tipo de selección y estudio de los sensores, quedando los dispositivos de: sensor MQ-4 este detecta gases metano y gas natural

Arduino, tiene como característica principal de implementación simple, respuesta rápida, alta sensibilidad y poca sensibilidad al humo, el MQ-135 controla la calidad del aire en oficinas, edificios que detecta el Amoniaco (NH<sub>3</sub>), Óxidos de nitrógeno (NOX), Dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), Alcohol, Benceno y humo, en su característica se incluye que detecta varios tipos de gases. Cuando se implementó en los edificios de una universidad específicamente en un restaurante de esta., llegando la conclusión siguiente:

“Los resultados obtenidos del sensor, la plataforma y la conexión fueron: temperatura constante por un tiempo de dos minutos en un intervalo de tiempo de 45 minutos, en el CO<sub>2</sub> y la calidad de aire el promedio oscila entre 220 y 240 (ppm). Tiene como conclusión que el dispositivo estudiado es de bajo costo y puede ser adquirido cualquier tipo de persona, empresa entre otros, el desarrollo de este prototipo como proyecto permite conocer y medir los parámetros en ambientes interiores, también en edificios como bodegas, oficinas, almacenes, gasolinera, realizando modificaciones en su estructura para diferentes tipos de lugares”.

**Junco, C. (2020)** en su estudio denominado: Creación de una línea de negocio, cuyo objeto es el mejoramiento en la calidad del aire en proyectos de construcciones sostenibles. caso de estudio: cubo de Colsubsidio como construcción sostenible, refiriendo lo siguiente:

Menciona cómo mejorar el aire que se respira mediante un planteamiento de desarrollo sostenible de estrategia (línea) de negocio basado en la activación del desarrollo de árboles artificiales para mejorar la calidad de aire de proyectos de construcción sostenible en Bogotá. el trabajo de



investigación desarrolla un estudio cuantitativo y cualitativo realizando un estudio y caracterización de los productos del mercado con el fin de remarcar la línea de negocio. Para adquirir información se realizó encuestas con ciertas preguntas abiertas y cerradas clasificadas según el contexto según los profesionales de este estudio, y concluye según los resultados a lo siguiente:

“Según los resultados de la medición de los parámetros de la calidad de aire en Bogotá, indica que tiene muchas fuentes fijas de contaminación como: industrias, chimeneas y quemas florares emitiendo contaminantes de material particulado como: cenizas, hollín, polvo y cenizas metálicas. Se concluye que la línea de negocio que funciona es la implementación de árboles ratificarles (Biourban) para la limpieza del aire en las edificaciones, el producto es rentable para empresas grandes ya que el costo es alto, se estima que cuando adquieran el producto en grandes cantidades el costo fijo será menos”.

**Páez, P. et al. (2017)**, realizan un estudio denominado: Estudio de calidad del aire en canteras a cielo abierto en General Roca, Argentina, mencionando que:

Las actividades mineras producen significativos impactos ambientales la emisión de material particulados en gran cantidad, se propuso como objetivo una metodología de estudio amplio para evaluar la calidad de aire en canteras a cielo abierto de una minera en Argentina, con relación a datos topográficos, meteorológicos la muestra se realizó en la misma ubicación de la cantera y las zonas aledañas. La metodología empleada fue la evaluación del modelo de dispersión del material particulado (PM10) como afectan a la población en la salud y al medio ambiente. El modelo utilizado fue gaussiano de dispersión

AERMOD, analizando las variaciones estacionales de dispersión como la velocidad del viento, dirección del viento, temperatura, estabilidades atmosféricas, etc., concluyendo en lo siguiente:

“Los resultados mostraron la concentración de MP10 superiores al límite legal establecido por la normativa nacional de 150.0  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  para un periodo de un año en aras cercanas a las canteras, pero no presento altas concentraciones en las zonas urbanas. Se concluyó que las emisiones que exceden las concentraciones provienen del hueco de la cantera. En invierno y otoño se dieron las mayores concentraciones máximas diarias, medias anuales con variación de hasta un 64% dado a que la capa de mezcla diurna es más baja”.

### **2.1.2. Antecedentes Nacionales**

**Zevallos, Y. (2022)** realizo un estudio denominado: Evaluación de la calidad del aire y suelo, como propuesta para la implementación de Celdas Transitorias en el Distrito de Santa Rosa de Sacco – Provincia de Yaulí – Región Junín – 2021, donde menciona que:

En su investigación busca evaluar la calidad del aire y suelo con una propuesta de implementación de celdas transitorias de disposición final de residuos sólidos en el distrito de Santa Rosa de Sacco - Región Junín. Para entender la situación se aplicó un método científico con diseño no experimental, descriptivo y correccional causal, se realizó la recopilación de datos obtenidos por el monitoreo de la calidad del aire y suelo del área de estudio, estos se compararon con los ECA (Estándares de Calidad Ambiental). Llego a la conclusión de:

“Los resultados obtenidos del monitoreo de la calidad del aire de los parámetros de: PM10, PM2.5, SO2, CO y H2S, dependiendo de las actividades que se realizó en el proyecto fueron por debajo de los ECA, mientras que el resultado del monitoreo de la calidad de suelo fue por debajo del límite establecido por el Estándar Nacionales de Calidad Ambiental para Suelo en la categoría de uso de suelo industrial. Las conclusiones fueron que las concentraciones obtenidas del monitoreo de aire y suelo no representan daños significativos al ambiente, encontrándose dentro de los parámetros establecidos. Finalmente, la hipótesis es aceptada demostrando la implementación de las celdas transitorias por que la evaluación de la calidad de aire y suelo no presentan concentraciones extremas, influyendo significativamente a la adaptación y adecuado manejo de este, contribuyendo al mejoramiento del ambiente”.

En Huancavelica, **Barrientos, A., & Espinoza, L. (2021)**. En su investigación titulada: Evaluación de la calidad del aire por la emisión de material particulado en la construcción de pistas y veredas del Jirón Odonovan – Huancavelica, 2021, los autores mencionan que realizaron la evaluación de la calidad del aire por la emisión de material particulado en la construcción de pistas y veredas del jirón Odonovan, la evaluación fue realizada en cinco puntos aplicando un muestreo no probabilístico siguiendo el protocolo de monitoreo de aire y la recolección de datos se realizó con el equipo HiVol de alto volumen. Para la determinación del AQI se usó el aplicativo AQI-aire y para la obtención del AQI global se emplearon las fórmulas establecidas en el índice de calidad de aire, obteniendo los siguientes resultados y conclusiones:

“Los resultados de PM10 tuvieron un promedio de 101.92  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  lo que supera los estándares de calidad ambiental (ECA) y para PM2.5 de 55.78  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  superando los ECA para material suspendido fino. Asimismo, la calidad de aire global del PM10 fue moderado, PM2.5 fue no saludable para grupos sensibles y el AQI global fue No saludable para grupos sensibles. Se concluye que la construcción de pistas y veredas afectan de manera negativa al aire, haciendo que las cifras de PM10 y 2.5 superen los ECA, considerado dañino a quienes son muy susceptibles a la contaminación de aire”.

**Najar, S. (2021).** En la tesis titulada: Calidad del aire y construcción de un centro de almacenamiento ubicado en el Centro poblado Santa María de Huachipa, el autor menciona que tiene como objetivo determinar la relación entre la calidad del aire y la construcción de un centro de almacenamiento ubicado en el centro poblado Santa María de Huachipa, utilizando la metodología no experimental con aportación de información teórica mediante el análisis de resultados; se realizaron cuatro monitoreos en toda la etapa de construcción del almacén de los contaminantes PM10, SO<sub>2</sub>, CO y NO<sub>2</sub>, obteniendo como resultados a lo siguiente:

“El monitoreo de las concentraciones de los parámetros SO<sub>2</sub>, CO y NO<sub>2</sub>, dieron como resultado que no excedieron los Estándares de Calidad Ambiental (ECA). Sin embargo, el parámetro PM10 en el mes de abril y junio en la estación barlovento se excedieron con un máximo de 152.4  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , mientras que en el mes de agosto y noviembre estuvo por debajo de los ECA con un 94  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . En la estación sotavento en abril, junio y noviembre el resultado máximo del PM10 fue de 141

$\mu\text{g}/\text{m}^3$ , en agosto  $73.27 \mu\text{g}/\text{m}^3$  encontrándose dentro de los estándares de Calidad Ambiental. Para los valores del AQI del PM10 se encontraron dentro del rango moderado 51 a 100 de las dos estaciones, considerando que se debe tener limitaciones en esfuerzo físicos excesivos de acuerdo a las medidas de precaución. Las concentraciones más elevadas del PM10 fue el resultado de las actividades de movimiento de tierra, excavación, limpieza de terreno, entre otros”.

**Sánchez, C., & Bautista, M. (2019).** En la tesis de grado titulado: Evaluación de la calidad del aire (PM10 y PM2.5) en relación a los parámetros meteorológicos (temperatura, humedad relativa y velocidad de viento) en el sector Cercado - Tarapoto, 2018, en esta investigación señala que el objetivo es analizar la calidad del aire de los parámetros de material particulado (PM10 y PM2.5) y su relación con la humedad relativa, temperatura y velocidad de viento en el sector cercado de Tarapoto, la toma de muestra fue realizada mediante la toma del volumen de aire de monitoreo en las zonas más críticas de la ciudad para que la gama pueda alcanzar toda la parte céntrica según el radio del monitor E-BAM. Se realizó el análisis cuantitativo, los datos fueron exportados a través del software COMET, luego se utilizó una hoja de cálculo Excel 2013, y software SPSS versión 22. Para el contraste de hipótesis se usó correlación de Pearson, para la recolección de las muestras de material particulado PM10 y PM2.5 se utilizó el equipo monitor de atenuación beta modelo E-BAM, se realizó el muestreo por 9 días hábiles por 24 horas en tres puntos específicos empleándose el método automático; cada 30 minutos las muestras fueron registradas con un registro de datos en tiempo real. Concluyendo en lo siguiente según los resultados:

“Los resultados muestran que el PM10, PM2.5 no exceden el límite según los ECA y que la única relación reconocible mediante el método de Pearson fue entre el material particulado (PM10. PM2.5) y la velocidad de viento, en la cual se concluye que la relación que existe es inversa, esto quiere decir que a más velocidad de viento menos será la concentración menor será la concentración de material particulado y viceversa, los resultados de esta investigación dan los alcances a la población y autoridades para mejorar y elaborar estrategias de mejoramiento y planes de acción de minimizar de concentración de material particulado.

### **2.1.3. Antecedentes Regionales**

Para **Enríquez, J. (2021)**. En su trabajo sobre: Caracterización del material particulado para la evaluación de la calidad del aire en el ovalo San Lázaro – Arequipa, menciona que para esta investigación realizó un estudio de caracterización para evaluar la calidad del aire atmosférico que respira la población del ovalo San Lázaro; para ello se empleó el enfoque tipo cuantitativo correlacional que busca relacionar y deducir la concentración del material particulado con la calidad del aire de la zona de estudio. Para poder caracterizar el material particulado realizó un monitoreo ambiental en la estación CA-1 ubicado en la Calle Santa Catalina 509, utilizó un equipo de alto volumen (HI-VOL) para PM10 y un equipo automático de bajo volumen (LOW-VOL) para PM2.5, también instaló una estación meteorológica la cual determino la relación que este entre los parámetros meteorológicos y el material particulado, por consiguiente utilizaron un GPS para evidenciar la ubicación exacta de los puntos a evaluar, llegando a las siguientes conclusiones del estudio:

“Los resultados obtenidos durante 24 horas para PM10 fue de 145  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  y 34.2  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  para material particulado PM2.5 lo cual evidencia que el PM10 excede con los Estándares de Calidad Ambiental (ECA), mientras que el PM2.5 no excede con dichos parámetros además se encontró que la dirección del viento y la época del año influyeron en los resultados. Se aceptó la hipótesis, estableciendo que la calidad del aire se ve afectada por la gran cantidad de material particulado principalmente por los vehículos motorizados”.

**Sucla, M. (2020).** En su tesis de grado titulado: Evaluación de la calidad del aire empleando la especie “*Morus alba*” como bioindicador de contaminación por material particulado PM10 en los distritos de Paucarpata, Uchumayo y Yura, Arequipa – 2018, menciona que en su investigación busco evaluar la calidad de aire mediante un bioindicador (*Morus Alba*) de contaminación por PM10 en tres distintos distritos: Uchumayo, Paucarpata y Yura, se escogieron estos puntos por la presencia del árbol *Morus Alba*, Para ellos se empleó el enfoque cuantitativo y cualitativo con un diseño no experimental, los equipos de medición de aire fueron el Hi-vol y Low-vol y los árboles como bioindicadores. Los muestreos se realizaron durante tres meses mediante la extracción de las hojas para luego ser analizados por microscopia de barrido y microscopio óptico, obteniendo como resultado y conclusiones de su estudio a lo siguiente:

“El monitoreo dio como resultado en 24 horas que en todos los sectores superaron el ECA anual (50  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) más en los meses de octubre y diciembre. La evaluación de la tasa estomática del bioindicador del *Morus Alba* en relación con la concentración del material particulado

PM10 los resultados fueron el cambio en la tasa estomática por los altos niveles de concentración de material particulado. Se concluyó que las zonas de Paucarpata y Uchumayo en el mes de diciembre resalta mucho más altos niveles de contaminación y presentan alteración en el número estomático de 38 a 33 estomas en un área de estudio de 16040  $\mu\text{m}^2$ . En Yura no presentó alto nivel de número estomático. Se estable metodológicas y planes para mejorar las gestiones respecto a la calidad del aire brindando servicios ecosistémicos y bioindicadores en interrelación con las entidades, autoridades y pobladores para el beneficio de la ciudad”.

**Montejo, A., Ormachea, K., & Díaz, L. (2019).** Realizaron una investigación denominada: Estudio de la calidad de aire para un desarrollo sostenible de los pobladores del distrito de Tiabaya - Arequipa Perú, mencionando que en esta investigación se tiene como objetivo principal la de analizar la incidencia de la contaminación del aire en de desarrollo sostenible de las personas en el cercado y Tiabaya de la ciudad de Arequipa. La metodología empleada se basó en la observación, encuestas, ficha de observación, lista de cotejos y el análisis de los resultados de los monitoreos siendo, así la investigación descriptiva y operática con duración de 6 meses en relación a las encuestas, determinando las principales causas de la contaminación del aire y elaborar propuestas de mitigación, para prevenir los daños a la salud y al ambiente. Se realizaron monitores en cinco estaciones como Quequeña, Yarabamba, Hunter, Tiabaya, Cerro verde durante los meses de abril, agosto y diciembre midiendo los parámetros (PM10, Pb, As, Cu y S02), llegando a los siguientes resultados y conclusiones:



“Se obtuvo como resultado el incremento de Cu y MP10 en todas las estaciones, solo del mes de agosto; en abril en las estaciones de Quequeña, Yarabamba y Hunter los parámetros dieron menos del ECA permitido. Para el SO<sub>2</sub>, no sobrepasan los niveles cumpliendo con la regulación vigente. En conclusión, se aceptó la hipótesis en que se debe desarrollar una campaña sostenible para minimizar la contaminación de material particulado”.

Para **Canales, G. (2019)** en su investigación denominada: Monitoreo y evaluación de los gases monóxido de carbono (CO), dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), hidrogeno sulfurado (H<sub>2</sub>S) presentes en el distrito de Alto Selva Alegre – Arequipa, refiere en esta investigación que tiene como objetivo de evaluar los niveles de concentración de CO, CO<sub>2</sub> Y H<sub>2</sub>S del aire en diferentes puntos del distrito de selva alegre en la ciudad de Arequipa, elaboró un mapa de los niveles de concentración de estos gases en el aire, con la finalidad de dar planes de mitigación de la calidad de aire para la concentración de gases en el distrito. La investigación es de carácter inferencial analítica, los instrumentos empleados en el monitoreo de gases emplearon el uso de un equipo portátil digital Aeroqual S500 en 09 puntos distribuidos en las zonas con mayor tránsito vehicular. En cada punto de monitoreo, se registró los niveles de concentración de los tres gases y luego fueron comparados entre el horario de la mañana con la tarde, llegando a la siguiente conclusión:

“Los resultados permitieron demostrar que: el cruce Puente Chilina - Cayma, presenta una mayor concentración de Monóxido de carbono, con promedio 4453.50 µg/m<sup>3</sup> en 8 horas existiendo diferencia estadística entre los nueve zonas de muestreo (P=<0,0001). En la Av. Brasil -

Comisaria, hay una mayor concentración de CO<sub>2</sub>, registrando un promedio de 262.86 mg/m<sup>3</sup>, existiendo diferencias estadísticas (P=<0,0001). El cruce Chilina - Cayma, presenta una mayor concentración de H<sub>2</sub>S, registrando un promedio 37.75 µg/m<sup>3</sup> existiendo diferencia estadística (P=<0,0001). Los mapas de niveles de concentración de CO, CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>S, presentan variaciones entre zonas y horarios de muestreo (mañana y tarde). Como medida preventiva se indicó el plan de forestación con tara ayudaría a disminuir la concentración de CO<sub>2</sub> en 474.792 Tn de CO<sub>2</sub>/ha, debido a la función de los árboles de absorber CO<sub>2</sub> y liberar O<sub>2</sub>, se estableció un plan de reordenamiento de rutas vehiculares del transporte público para disminuir y mejorar la calidad del aire, por consiguiente, sensibilizar y formar hábitos de cultura a la población.

## **2.2. Bases teóricas - científicas**

### **2.2.1. Calidad del aire**

La calidad de aire de un determinado lugar, está relacionado por los diferentes parámetros como: la dirección del viento, temperatura, parámetros meteorológicos, los diferentes climas o microclimas (nieve, lluvia, granizo) entre otros factores. Indican también que se debe al tipo de suelo, al conjunto de flora, fauna y el principal factor que altera en su totalidad la calidad de esta es las diferentes actividades de una determinada región. (Porta, 2018, p.40).

La calidad del aire requiere un monitoreo permanente y calificado de un conjunto de variables que sirven para calificar los riesgos asociados a las diversas actividades, uno de los indicadores ambientales es la implementación de un Sistema de Vigilancia de la calidad del aire (Jiménez, 2010), para el

registro de datos de la calidad del aire, se utiliza diferentes instrumentos, equipos de medición y diferentes bases de datos para la evaluación de los resultados que facilite para su validación y el análisis de la información de la calidad del aire (Gaitán, 2007).

También **Nevers, N. (1998)**, refiere que, si los resultados de los monitoreos superan los valores de las concentraciones permitidos actuales, se deben tomar medidas determinando que actividades reducir y cuanto reducir las emisiones, por consiguiente, las concentraciones tienen que ser por debajo de las normas, encontrando una relación estimada entre los dos puntos. Con los monitoreos se tiene un valor real de cuantos, y que tipo de contaminantes se generan más, dependiendo de la actividad y el lugar; con el empleo de las normas obligan a los emisores a reducir la cantidad de contaminantes en la atmosfera, teniendo una calidad de aire menos denso.

Según la organización mundial de la salud, la contaminación del aire representa un alto riesgo medioambiental para la salud de las personas, tanto como en nuestro país como en los países de primer mundo, indica según estadísticas en el año 2016 la contaminación atmosférica principalmente por estos contaminantes provoca más de 4 millones de muertes prematuras, causando graves enfermedades respiratorias, cardiopatía, problemas cardiovasculares, cerebrovasculares, hasta llegar a la fase final del cáncer al pulmón. Indica también que los componentes del material particulado con los nitratos, cloruro de sodio, amoníaco. Hollín, polvos minerales y otros. Las partículas menos o igual a PM10 penetran los pulmones, mientras que el PM2.5 entra a la sangre, estos contribuyen a enfermedades respiratorias y cardiovasculares a largo plazo, la exposición del material particulado es más alta

en ciudades con un creciente desarrollo, a comparación de los países grandes ya desarrollados. Estos contaminantes no son los únicos que tiene un riesgo para la salud, ocurre con lo mismo con la exposición al dióxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>), ozono (O<sub>3</sub>) y el dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>); La contaminación de aire llega a matar a más de 12 personas cada minuto en el mundo como dato final (OMS, 2021).

### **2.2.2. Tipos de contaminantes de aire**

Cuando se habla de tipos de contaminación de aire, específicamente MINAM (2009), Indica que se clasifican en dos, esta tiene punto de generación que no puede ser perjudicial, sin embargo, si los contaminantes se combinan con la composición del aire tiene reacciones químicas que puede ser perjudicial para la atmosfera y la salud, se muestra los dos tipos de contaminantes:

#### **A. Contaminante primario**

Son sustancias emitidas directamente a la atmosfera, por diferentes fuentes fijas (industria, agricultura, vertederos, hogares) emiten contaminantes como: Monóxido de carbono (CO), óxidos de azufre (SO<sub>x</sub>), dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), óxidos de nitrógeno (NO<sub>x</sub>), hidrocarburos, bióxido de azufre (SO<sub>2</sub>), material particulado (PM<sub>10</sub>, PM<sub>2.5</sub>), metales pesados, entre otros (OEFA, 2015)

Profundizando el párrafo anterior, estos contaminantes provienen directamente de la fuente de emisión como son las industrias, combustión de los combustibles fósiles, fabricas, parque automotor, etc. Estas son sustancias vertidas directamente a la atmosfera por actividades principales de una ciudad, siendo las más conocidas (óxidos de azufre, óxidos de nitrógeno, monóxido de carbono,

aerosoles, hidrocarburos, halógenos, arsénicos, clorofluorocarbonados, entre otros (Ballester, 2005).

## **B. Contaminante secundario**

En la atmosfera se encuentran de manera natural diferentes gases y material particulado; cuando los contaminantes primarios suben a las diferentes capas de la atmosfera se mezclan con los tipos de gases que existen y con los rayos ultravioleta sugiriendo cambios químicos y fotoquímicos, produciendo de manera inmediata ozono(O<sub>3</sub>), sulfatos, nitratos, cetonas, ácidos, radicales libres, etc. (MINAN, 2009).

Estos contaminantes se originan por las interacciones y reacciones físicas, químicas y fotoquímicas en la atmosfera emitidos por el contaminante primario, sufriendo cambios y alteración en su composición original produciendo acidificación y gran cantidad de contaminantes en la atmosfera, estos rompen la capa de ozono produciendo el efecto invernadero y a gran escala el calentamiento global (Ballester, 2005).

**Tabla 1: Principales contaminantes atmosféricos químicos y sus fuentes**

Contaminante	Formación	Estado físico	Fuentes
Partículas en suspensión (PM): PM <sub>10</sub> , Humos negros.	Primaria y secundaria	Sólido, líquido	Vehículos Procesos industriales Humo del tabaco
Dióxido de azufre (SO <sub>2</sub> )	Primaria	Gas	Procesos industriales Vehículos
Dióxido de Nitrógeno (NO <sub>2</sub> )	Primaria y secundaria	Gas	Vehículos Estufas y cocinas de gas
Monóxido de carbono (CO)	Primaria	Gas	Vehículos Combustiones en interiores Humo de tabaco
Compuestos orgánicos volátiles (COVs)	Primaria, secundaria	Gas	Vehículos, industria, humo del tabaco Combustiones en interiores
Plomo (Pb)	Primaria	Sólido (partículas finas)	Vehículos, industria
Ozono (O <sub>3</sub> )	Secundaria	Gas	Vehículos (secundario a foto-oxidación de NO <sub>x</sub> y COVs)

Fuente: Ministerio del ambiente (MINAN), 2022

Nota: PM10: Partículas con diámetro menor a 10 um/ PM2.5: Partículas con diámetro - 2.5um

### 2.2.3. Procesos de contaminación atmosférica

La contaminación atmosférica se da por diferentes fuentes de contaminación, la que resalta como lamiar contaminante es el consumo excesivo de generación de energía eléctrica, seguidos por los vehículos, la quema de residuos y combustibles fósiles, agrícolas y las industrias entre otros, estos se combinan con los componentes del aire dando origen a gases altamente nocivos para el medio que nos rodea y la salud humana (OMS, 2021).

Los contaminantes tienen un punto fijo donde se desarrollan llamándose fuente de emisión, se determina las fuentes de contaminación y se examinan los contaminantes mediante monitores de la calidad de aire, Para la dispersión de los contaminantes a la atmosfera tiene que ver mucho con la dirección del viento, a los índices de emisiones y las condiciones meteorológicas. Las partículas de gas son muy pequeñas de diámetro PM2.5 y PM10, estas dispersan la luz, cambian el color de la luz por la dispersión de partículas, puesto que la longitud de la luz azul es más corta que de la luz roja, la relación longitud de

onda de tamaño de partículas grandes es menor para el azul que para la roja, lo que hace que el azul sea más fácil de dispersar que la roja. La mayor concentración del aire se relaciona con la gran cantidad y el grado de la fuente y los factores de la dispersión, indicando donde es el grado de concentración más alto (Nevers, 1998).

#### **2.2.4. Estándares de la calidad ambiental**

Los ECA es uno de los instrumentos de gestión ambiental que brinda las dimensiones o indicadores que establecen el grado de concentración de las sustancias, elementos y parámetros químicos, físicos y biológicos, para diferentes actividades presentes en cuerpos de agua, aire o suelo, en su condición de receptor, no representando riesgo significativo para la salud del ser humano ni del ambiente porque es una guía de medición (OEFA, 2015).

Ley General del Ambiente 28611, bajo el marco normativo legal para la gestión del ambiente del Perú, brinda principios y normas para ejercer el derecho a un ambiente equilibrado, saludable y adecuado para el desarrollo de la vida. Indica también que todas las disposiciones presentes en la ley como normas complementarias y reglamento, son obligatorios para todas las personas en protección del ambiente. Por su parte el artículo 31 – Del Estándar de Calidad Ambiental indica: el ECA es la disposición que estable el nivel de grado o concentración de sustancias, elementos o la medición de parámetros físicos químicos y biológicos, que pueden estar presentes en el entorno como agua, aire o suelo; la concentración de estos parámetros puede ser clasificada en niveles máximo, mínimo o rangos. Para el diseño y ejecución de instrumentos de gestión ambiental se utiliza los Estándares de Calidad Ambiental como referente. Así mismo, indica que la implementación de una actividad debe

contar con un EIA (Evaluación del Impacto Ambiental) si esta no cumple con los ECA no se otorga la certificación ambiental estipulada por la Ley del Sistema Nacional de Evaluación del Impacto Ambiental. Los monitores y el PAMA (Programa de adecuación Y manejo Ambiental) deben considerar los ECA para establecer los compromisos ambientales. (Ley 28611, 2005).

Mediante el D.S No 003-2017, se aprueba los estándares de calidad ambiental para aire, indica como referente para uso obligatorio del diseño e implementación de los instrumentos de gestión ambiental para cualquier tipo de actividad ya sea productiva, extractivas y de servicios. Indican los estándares establecidos para cada contaminante según las actividades a realizar.

**Tabla 2: Estándares de Calidad Ambiental para Aire**

Parámetros	Periodo	Valor [µg/m <sup>3</sup> ]	Criterios de evaluación	Método de análisis <sup>[1]</sup>
Benceno (C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> )	Anual	2	Media aritmética anual	Cromatografía de gases
Dióxido de Azufre (SO <sub>2</sub> )	24 horas	250	NE más de 7 veces al año	Fluorescencia ultravioleta (Método automático)
Dióxido de Nitrógeno (NO <sub>2</sub> )	1 hora	200	NE más de 24 veces al año	Quimioluminiscencia (Método automático)
	Anual	100	Media aritmética anual	
Material Particulado con diámetro menor a 2,5 micras (PM <sub>2.5</sub> )	24 horas	50	NE más de 7 veces al año	Separación inercial/filtración (Gravimetría)
	Anual	25	Media aritmética anual	
Material Particulado con diámetro menor a 10 micras (PM <sub>10</sub> )	24 horas	100	NE más de 7 veces al año	Separación inercial/filtración (Gravimetría)
	Anual	50	Media aritmética anual	
Mercurio Gaseoso Total (Hg) <sup>[2]</sup>	24 horas	2	No exceder	Espectrometría de absorción atómica de vapor frío (CVAAS) o Espectrometría de fluorescencia atómica de vapor frío (CVAFS) o Espectrometría de absorción atómica Zeeman. (Métodos automáticos)
Monóxido de Carbono (CO)	1 hora	30000	NE más de 1 vez al año	Infrarrojo no dispersivo (NDIR) (Método automático)
	8 horas	10000	Media aritmética móvil	
Ozono (O <sub>3</sub> )	8 horas	100	Máxima media diaria NE más de 24 veces al año	Fotometría de absorción ultravioleta (Método automático)
Plomo (Pb) en PM <sub>10</sub>	Mensual	1,5	NE más de 4 veces al año	Método para PM <sub>10</sub> (Espectrofotometría de absorción atómica)
	Anual	0,5	Media aritmética de los valores mensuales	
Sulfuro de Hidrógeno (H <sub>2</sub> S)	24 horas	150	Media aritmética	Fluorescencia ultravioleta (Método automático)

Fuente: Decreto Supremo D.S. N° 003-2017-MINAN



### 2.2.5. Parámetros de la calidad del aire

- **Material Particulado (PM10)**

Los valores sobre la calidad del aire indican que el PM10 anual es de 15  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  y en 24 horas es de 45  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , así mismo indica que el PM2.5 el valor anual es de 5  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  y 15  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  en 24 horas. Sobre estas directrices la OMS establece medidas intermedias para las concentraciones de PM10 y PM2.5, con finalidad de reducir las altas concentraciones (OMS, 2021).

En otras líneas se indica que forman parte del contaminante secundario, el óxido de azufre y nitrógeno reaccionan con los componentes del aire formando ácidos nítricos y sulfurosos sufren transformaciones que conducen a la formación del PM10; en términos claros son partículas sólidas, líquidas muy pequeñas con diámetro de 10 o menor que 10, sufren cambios fotoquímicos cuando son expuestos a la atmosfera, se presenta de forma visible en hollín, cemento, polvo, partículas metálicas (Nevers, 1998).

- **Material Particulado (PM2.5)**

Mediante Estadísticas ambientales, el Instituto Nacional de Estadísticas e Informática, indica el PM2.5 como partículas finas, como su nombre lo indica material particulado de 2.5 o menor que 2.5 de diámetro, se forman en procesos industriales, combustión de vehículos, centrales eléctricas, cocinas a leña e incendios forestales. Son tan diminutas que pueden ser detectadas con un microscopio electrónico. El PM2.5 pueden ser sustancias orgánicas e inorgánicas provenientes de partículas sólidas y líquidas, se puede respirar en su

totalidad, penetrando profundamente el aparato respiratorio, dando como causalidad de muerte en años (INEI, 2022).

Por su parte Montoya indica las consecuencias que puede causar este contaminante son tan graves a largo plazo, por su diminuto tamaño es capaz de ingresar en altas concentraciones a los alveolos pulmonares, causando problemas respiratorios, problemas agudos, originando la muerte (Montoya, 2013)

- **Gases de efecto invernadero**

Indica en contexto, cuando los contaminantes son vertidos a la atmosfera y estos interactúan con los componentes del aire y los rayos ultravioletas, estos se oxidan en gran cantidad, impidiendo que estos reflejos regresen al espacio y se concentren en la superficie de la tierra, en efecto causando la elevada temperatura de la tierra (Nevers, 1998).

A continuación, se menciona algunos gases:

- **Monóxido de carbono (CO)**

El monóxido de carbono existe de forma natural en la atmosfera desde que existió la tierra, la concentración actual del contaminante es de 350 ppm, esto se genera por la combustión o quema de materiales que tienen esa composición, el organismo del ser humano lo proporciona conforme se consume el alimento, se expulsa a la atmosfera por medio de la exhalación. cierto punto en bajas concentraciones el CO sirve como regulador de la temperatura. Cuando hay en abundancia por diferentes factores de contaminación y crecen cada día más contribuye al calentamiento global, existe

muchos controles para regular la dispersión de las emisiones. (Nevers, 1998).

La organización mundial de la salud, indica que el CO tiene características de gas incoloro, de sabor insípido e inodoro. Puede causar la muerte en niveles altos, resultandos tóxicos para la salud humana. Proviene de fuentes natural en un 90%, por ejemplo, de la oxidación del metano. por otro lado, en mayor medida es producidas por fuentes antropogénicas como el transporte terrestre, las pantas de combustión, combustibles fósiles e instalaciones de tratamiento representa en menor medida. (OMS. 2021).

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

El valor anual de medición de este contaminante es de 10 µg/m<sup>3</sup>, para la medida diaria no debe exceder los 25 µg/m<sup>3</sup>, así mismo, el NO<sub>2</sub> tiene como fuente de generación los aerosoles de nitrato y las fuentes antropogénicas son por procesos de combustión (emisión de gases de motor de vehículos, calefacción, electricidad, etc.) el objetivo principal es proteger a la comunidad de los efectos adversos y nocivos para la salud humana (OMS, 2021).

El dióxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>) tiene un color café parduzco, por eso el esmog urbano se ve de ese color, se puede visualizar por la interacción de la luz solar o rayos ultravioleta con las partículas suspendidas. Los demás contaminantes gaseosos son transparentes pocos visibles (Nevers, 1998).

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

Considera solo la medida diaria, este contaminante no sobrepase los 40 µg/m<sup>3</sup> en 24 horas, según estudios las personas que sufren de asma por este contaminante que tiene niveles altos de concentración, presenta cambios en los pulmones afectando la respiración, afectación pulmonar, sugieren protección y cuidado ante la exposición del contaminante (OMS, 2021).

De acuerdo al Instituto Nacional de Estadísticas E informática, explica que el SO<sub>2</sub> es un compuesto químico como los otros que está conformado por dos átomos de oxígeno y uno de azufre siendo un gas incoloro y de olor agrio, es el resultado de la quema de combustibles fósiles. Este contaminante es uno de los principales responsables de la lluvia acida y el smog (INEI, 2016).

También agrega MINAN (2009), el dióxido de azufre se genera por la oxidación cuando se quemas ciertos combustibles, estos reaccionan con los componentes de la atmosfera, también es soluble al agua generando interacción con la humedad del ambiente. El SO<sub>2</sub> reacciona a sulfatos generando una tasa de oxidación de 0.17%/ hfta a 50%/hora, dependiendo de la concentración y la humedad relativa de los contaminantes. La vida media del SO<sub>2</sub> sin ningún tipo de interacción con otro contaminante o componente del aire; en zonas urbanas la vida media del SO<sub>2</sub> es bajo con una hora a varios días, mientras que en la ciudad es de tres horas de vida media. Donde existe niveles altos de concentración y la vida diaria dura más es en

el océano. En cambio, cuando el SO<sub>2</sub> se encuentra oxidada ya es difícil determinar el tiempo de resistencia de vida media.

#### **2.2.6. Monitoreo de la calidad del aire**

Mediante instrumentos de monitoreo, se realiza la medición de la cantidad de concentración de contaminantes emitidos al ambiente, este se realiza durante un determinado tiempo dependiendo del tipo de contaminante; los monitores permiten medir las tendencias espaciales y temporales de la calidad del ambiente, indican donde es la fuente de generación puntual, identifican los puntos donde hay mayor y menor concentración, la cantidad que se emiten a la atmosfera y los efectos que generan al suelo, agua, aire, fauna y flora (OEFA, 2015).

### **2.3. Definición de términos conceptuales**

**Contaminación del aire.** Sustancia o elemento que en determinados niveles de concentración en el aire genera riesgos a la salud y al bienestar humano (OEFA, 2015, p.10)

**Emisión.** Vertido de sustancias contaminantes a la atmosfera. Las fuentes de emisión pueden agruparse en cuatro categorías principales: fuentes fijas, móviles, fuentes de área y fuentes naturales (OEFA, 2015)

**Fuentes fijas.** Punto de emisión que no se desplaza en forma autónoma en el tiempo, se tiene como ejemplo las chimeneas industriales, instalaciones de calefacción. (OEFA, 2015)

**Fuentes móviles.** Contaminantes que se mueven o desplazan en forma autónoma, dispersando cantidad de contaminantes durante su traslado, estos pueden ser: buques, automóviles, aviones etc. (OEFA, 2015)

**Fuentes naturales.** Son fuentes de emisiones producidas por la naturaleza, no provocadas por actividades del ser humanos, se clasifican en dos tipos por emisiones biogénicas (se generan en los cultivos, bosques, emisiones del suelo (NOX) y emisiones geogénicas; estos provienen de los volcanes, aguas calientes o sulfurosas, manantiales, etc. (OEFA, 2015)

**Calibración.** Proceso de comparación de valores obtenidos por un instrumento de medición, con la medida correspondiente a un patrón de referencia o estándar. También es utilizar un estándar de medición, para determinar la relación entre el valor mostrado por el instrumento de medición y el valor verdadero. (Keyence, 2023)

**Atmosfera.** Masa gaseosa distribuida en capas concéntricas, de espesor y densidad derivadas, y en movimiento de rotación alrededor del globo terráqueo. Se extiende hasta los 1000 Km, desde la superficie (MINAN, 2009)

**Temperatura.** Es el grado de energía que se refleja a través del tiempo (hora) o estaciones del año, la sensación térmica es a consecuencia de la irregular distribución de la energía, el aire por las corrientes marinas, representa una gran parte de la variación de la temperatura que se manifiestan con cambios en el tiempo, presentándose de tres formas: variación vertical, variación horizontal y variación diurna y estacionaria. (MINAN, 2009)

**Estación de monitoreo.** Área en el que se ubican los equipos, los puntos fijados son definidos en el EIA, PAMA o en cualquier Instrumento de Gestión Ambiental aprobada por la autoridad competente, bajo criterios establecidos en el protocolo de la calidad de aire y emisiones (MINAN, 2012).

**ECA.** Los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) establecidos por el MINAM, fijan los valores máximos permitidos de contaminantes en el

ambiente. El propósito es garantizar la conservación de la calidad ambiental mediante el uso de instrumentos de gestión ambiental sofisticados y de evaluación detallada. (MINAM)

#### **2.4. Enfoque filosófico - epistémico**

Según **Guadarrama, P. (2003 - 2008)**, La investigación científica es un proceso de ejercicio del pensamiento humano que implica la descripción de aquella porción de la realidad que es objeto de estudio, la explicación de las causas que determinan las particularidades de su desarrollo, la aproximación predictiva del desenvolvimiento de los fenómenos estudiados, la valoración de las implicaciones ontológicas de los mismos, así como la justificación o no de su análisis. Todo ser humano de un modo u otro investiga, aunque no siempre tenga conciencia de este hecho. Del mismo modo que todos piensan, aunque no se preocupen por indagar como se desenvuelven en su intelecto las leyes de la lógica. (p. 1)

Por tanto la gran mayoría de las actividades que se desarrollan sobre el medio ambiente genera una serie de impactos tanto positivos como negativos, de esta manera la última es donde se debe tomar mucha importancia en cuanto a la prevención y cuidados que se debe tener para minimizar estos impactos provocados en el aire que se respira de la zona de estudio pues podrían repercutir en la salud de estos y en el medio ambiente, los cuales deben ser investigados específicamente en busca de respuestas y estrategias de minimización, prevención o recuperación.

El aire es uno de los componentes ambientales más significativos para el ser humano, debido a que es un bien común esencial para la vida. El aire puro recibe contaminantes de diferentes fuentes los que se dispersan de acuerdo a las

condiciones climáticas afectando a los seres humanos. El ser humano consume 11,54 m<sup>3</sup> de aire cada día según reportó la Agencia de Protección Ambiental (EPA, 1988). El cual es procesado por nuestros pulmones, por lo que su buena calidad influye directamente sobre la salud humana. (Robles, 2020, p. 18)

Desde el paradigma constructivista, el conocimiento y la comprensión de los problemas ambientales, entre ellos la contaminación del aire, está íntimamente vinculados a prácticas culturales y visiones sociales del mundo, en las que la degradación ambiental no puede ser separada de las condiciones generales en que vive la gente, (Irwin, 1999, p.60). (Robles, 2020, p. 21).

En la Declaración de Liverpool se estableció la noción de municipios saludables, precisándolos como ámbitos donde los funcionarios civiles y políticas, de la misma manera los organismos privados y públicos, las empresas privadas, los empleados y obreros, el conjunto de individuos que conforman la sociedad; ofrezcan voluntades en favor de crear y optimizar su medio natural y social, fortificando la intervención del conjunto de individuos, pueblo o comunidad y por consiguiente aspirar a la construcción de ciudadanía (Declaración de Liverpool, 1988).

Entendiéndose así, las crisis ambientales, políticas y sociales actuales demuestran que el empleo del método de las ciencias positivas es insuficiente para abordar la complejidad del mundo. (Finol, 2019).

Así también sostiene Leff, E. (1998) a cerca de los problemas ambientales que aquejan nuestro planeta:

“la destrucción ecológica y el agotamiento de los recursos no son problemas generados por procesos naturales, sino determinados por las



formas sociales y los patrones tecnológicos de apropiación y explotación económica de la naturaleza”. (p. 43).

Por tanto, es imprescindible conocer; modos éticos aprobados con la condición de dignidad que comparten los seres vivos en relación con el medio ambiente en favor de un planeta más viviente, pero buscando a lo máximo un equilibrio sostenible y lograr un ambiente más sano y productivo.

En la Conferencia sobre Población y Desarrollo llevado a cabo en El Cairo, se fundamentó lo indispensable que es promover la capacidad y autoabastecimiento de las naciones, para empezar una acción nacional pactada que fomente la evolución positiva de los estándares de vida de un país en términos de renta, de bienes y servicios de su economía en un periodo determinado, asimismo que incentive el desarrollo nacional sostenible y mejorar la calidad de vida y el desarrollo sostenible (Conferencia sobre Población y Desarrollo, 1994). (Robles, 2020, p. 20).

En las acepciones de la contaminación atmosférica repercuten activamente las interrelaciones y vivencias individuales, “por lo que el conocimiento local y el discurso social desempeñan un papel importante en los mismos” (Bickerstaff y Walker, 2003, p.54). (Robles, 2020, p. 21)

## **CAPÍTULO III**

### **METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN**

#### **3.1. Tipo de Investigación**

Se considera como tipo de investigación al Descriptivo cualitativo, enmarcando en hechos reales suscitadas en la obra, evaluando e interpretando las características de los resultados emitidos con la normativa ambiental para el caso (ECA).

Así mismo es una investigación analítica, porque a partir de los datos obtenidos se analiza y comparan los resultados. La meta es detallar como son y cómo se manifiestan, buscando detallar las características, propiedades y perfiles de los procesos de la investigación (Hernández et al, 2014).

De acuerdo con Sabino (1994), las investigaciones descriptivas proponen conocer grupos homogéneos de fenómenos utilizando criterios sistemáticos que permitan poner de manifiesto su estructura o comportamiento. No se ocupan, pues, de la verificación de hipótesis, sino de la descripción de hechos a partir de un criterio o modelo teórico definido previamente. La investigación es

descriptiva porque presenta una descripción detallada de la situación actual en la que se encuentra el proyecto.

### **3.2. Nivel de investigación**

El estudio es de nivel descriptivo porque el propósito es describir los eventos que se presentan en el estudio, es decir cómo es y cómo se manifiesta determinado fenómeno, para luego ser comparado con la normativa ambiental (ECA para aire) realizando un análisis de su comportamiento e identificar su cumplimiento a esta norma legal ambiental.

Según Sánchez & Reyes (1984; 2017), Selltiz et al (1965) corroboran lo antes mencionado, mencionando que los estudios descriptivos como es este el caso, es describir un fenómeno o situación en una circunstancia temporal - espacial. (Condori, 2020)

Según Ríos (2005) como se citó en Charaja (2009), el nivel de investigación de la presente se acomoda al nivel Simple o elemental, porque los problemas deben ser de diagnóstico, comparativos, y cualitativos de un solo elemento estructural. (Condori, 2020)

### **3.3. Característica de la investigación**

La presente investigación tiene características exploratorias porque está enfocada en el conocimiento que se tiene del tema a investigar, porque el proceso a seguir será el más sencillo es decir el describir y analizar lo que se presenta en el momento utilizando instrumentos ambientales (ECA).

También posee características procedimentales porque se basa a un marco legal tanto investigativas como formuladoras, siguiendo premisas para lograr cumplir los objetivos planteados en el presente estudio.

### **3.4. Métodos de investigación**

El estudio presenta como método cualitativo porque se trata de realizar un análisis de los monitoreos realizados de calidad de aire del proyecto ya mencionado anteriormente utilizando instrumentos ambientales (ECA para aire), a fin de corroborar si exceden los estándares de acuerdo a ley, teniendo como criterio la norma vigente actual.

La metodología utilizada para elegir los puntos de monitoreo, fueron establecidos de acuerdo al Estudio de Evaluación Ambiental Específico (EEAE). Para esto se consideró cuatro puntos clave dentro del área de influencia directa del proyecto, donde característicamente exista algún tipo de movimiento de tierra o avenidas principales dentro del misma área.

Los cuatro monitoreos recopilados fueron realizados el mismo día durante 24 horas, los parámetros analizados obedecen a los Estándares de Calidad Ambiental (ECA).

### **3.5. Diseño de la investigación**

El presente estudio de investigación tiene como diseño de ser No experimental, ya que se utilizarán los resultados del monitoreo tal y como se presentan o se registran los hechos en su ambiente habitual, para luego ser analizados y confrontados con la normativa ambiental (ECA para aire).

El diseño de la investigación es No Experimental-Transversal con un alcance de tipo descriptivo porque se centra en una o más variables que no pueden ser manipuladas o cambiadas, solo se describen como se encontraron los hechos en la realidad., se analizan o se relacionan las variables en un momento dado, se determina el tiempo, la ubicación y se evalúa donde se realiza el

problema, situación, evento, etc. Proporcionando su descripción, la hipótesis también son descriptivas si lo hubiese (Hernández et al, 2014).

De acuerdo con Hernández, Fernández y Baptista (2003), podemos recalcar que la investigación no experimental observa los fenómenos tal como se dan en su contexto natural, para posteriormente analizarlos.

### 3.6. Procedimiento del muestreo

#### 3.6.1. Población

La población está conformada por dos sectores: Asociación Parque Industrial Porvenir Arequipa (APIPA) y Asociación Urbanizadora José Luis Bustamante y Rivero (JLBYR) del Distrito de Cerro Colorado, Provincia, Departamento y Región Arequipa, teniendo un área de 412 ha. con una población beneficiada de 25,802. Según el INEI, hasta el año 2017 en el Distrito de Cerro Colorado se tendría una población de 157,131 habitantes. La zona es considerada industrial por las empresas que están operando, como ladrilleras, empresa de gas, Empresas Operadoras de Residuos Sólidos (EO.RS) y otros.

**Tabla 3: Zonas y sectores del área de estudio**

ZONA					SECTOR
Asociación (APIPA)	Parque	Industrial	Porvenir	Arequipa	II
Asociación (APIPA)	Parque	Industrial	Porvenir	Arequipa	III
Asociación (APIPA)	Parque	Industrial	Porvenir	Arequipa	IX
Asociación (APIPA)	Parque	Industrial	Porvenir	Arequipa	VII
Asociación (APIPA)	Parque	Industrial	Porvenir	Arequipa	VIII
Asociación (ACNE)					X
Asociación	Parque	Industrial	Porvenir	Arequipa	XI

(APIPA)					
Asociación Parque Industrial Porvenir Arequipa (APIPA)					XII
Asociación Parque Industrial Porvenir Arequipa (APIPA)					XIII
Asociación Urbanizadora José Luis Bustamante y Rivero (JLBYR)					I
Asociación Urbanizadora José Luis Bustamante y Rivero (JLBYR)					V
Asociación Urbanizadora José Luis Bustamante y Rivero (JLBYR)					IV
<b>Total</b>					<b>12</b>

Fuente: Expediente Técnico del Proyecto N-39

### 3.6.2. Muestra

Se ejecutó estratégicamente en 4 puntos de monitoreo establecidos en el Estudio de Evaluación Ambiental Especifico del proyecto. La toma de muestra se realizó mediante equipo muestreador de calidad de aire, los meses de monitoreo fueron diciembre del 2021 y enero del 2022 incluyendo la comparación con el monitoreo basal realizado el mes de octubre del 2021. A continuación, se presenta los puntos de monitoreo:

**Tabla 4: Puntos de monitoreo de la zona de estudio Monitoreo Basal**

ESTACIÓN DE MONITOREO	UBICACIÓN UTM	
	ESTE	NORTE
A - 01	219565.00	8191264.00
A - 02	220680.00	8190995.00
A - 03	21912.00	8190571.00
A - 04	219751.00	8190245.00

Fuente: EEAE N39 CUI 2331093

**Tabla 5: Puntos de monitoreo de la Calidad de Aire Ambiental y Parámetros Meteorológicos - I Monitoreo - Coordenadas UTM**

PUNTO DE MUESTREO	CALIDAD DE AIRE AMBIENTAL – N39	
	COORDENADAS UTM – WG 84	
	ESTE	NORTE
CA – 01 - DIC	220413.621	8192367.746
CA – 02 – DIC	220474.609	8191976.589
CA – 03 - DIC	221232.162	8191987.417
CA – 04 - DIC	222140.000	8193229.000

Fuente: Expediente Técnico del Proyecto N-39

**Tabla 6: Puntos de monitoreo de la Calidad de Aire Ambiental y Parámetros meteorológicos - II Monitoreo - Coordenadas UTM**

PUNTO DE MUESTREO	CALIDAD DE AIRE AMBIENTAL – N39	
	COORDENADAS UTM – WG 84	
	ESTE	NORTE
CA- 01 – ENE	220413.621	8192367.746
CA – 02 – ENE	220474.609	8191976.589
CA – 03 – ENE	221232.162	8191987.417
CA – 04 - ENE	222140.000	8193229.000

Fuente: Expediente Técnico del Proyecto N-39

### 3.7. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Los parámetros que se analizaron en el monitoreo de calidad de aire son de acuerdo al tipo de actividad que se realizó, como excavaciones de zanjas, corte de terrenos, y cualquier tipo de movimiento de tierra que genere material particulado y los equipos y maquinarias que se utilizaron. Y los parámetros a evaluar fueron:

- Material particulado PM10
- Material particulado PM2.5
- Monóxido de Carbono (CO)
- Dióxido de Azufre (SO2)

- Dióxido de Nitrógeno (NO<sub>2</sub>)

El monitoreo de la calidad de aire se realizó de forma mensual conforme a lo establecido en los instrumentos de gestión ambiental, estos indicaron también que se realizaría un monitoreo basal antes de empezar cualquier tipo de movimiento de tierra.

Para saber la calidad del aire actual y reconocimiento del área de trabajo antes de cualquier tipo de intervención, se realizó una salida a campo para ubicar el primer punto de monitoreo basal lo cual se realizó durante cinco días, una vez reconocido y obtenido los resultados, se ubicaron los tres puntos restantes para los siguientes monitoreos mensuales de la calidad del aire.

Se recopilaron los resultados de 3 monitoreos, el basal en el mes de octubre del 2021 por 5 días, los dos siguientes en el mes de diciembre y enero del 2022 por 24 horas. Para la recolección de los datos se utilizó como técnicas e instrumentos los siguientes puntos:

- La empresa encargada para realizar el monitoreo fue SEA LAB S.A.C.; Los resultados de las muestras obtenidas fueron realizados en el laboratorio JIREHLAB S.A.C. acreditado como laboratorio de ensayo con la norma NTP ISO/IEC 17025: 2017, con el registro TL-1022.
- Determinar la concentración de material particulado y gases en las estaciones de monitoreo y compararlas de esta manera con los estándares de calidad ambiental para aire (Decreto Supremo N°003-2017-MINAM).
- Para verificar los resultados de monitoreo del Informe de Monitoreo Ambiental sector N39 – Línea Base con carta a supervisión: Carta N° 710PE801-AREQUIPA-2022-0048. Contrato N°002-2021-VIVIENDA/VMCS/PNSU-UIC2-OBRA para la ejecución de la obra “Creación



de los Sistemas de Agua Potable dependientes del Reservorio N-39 y Alcantarillado Sanitario del Distrito de Cerro Colorado, Provincia, Departamento y Región de Arequipa” del Programa Nacional de Saneamiento Urbano (CUI 23311093). Del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento.

- **Informe Técnico N° 710PE801.IT.JHM.009** - 1er Monitoreo Ambiental, con carta a supervisión N° 710PE801-AREQUIPA-2022-0090,

- **Informe Técnico N° 710PE801.IT.JHM.018** - 2do Monitoreo Ambiental,

Los resultados obtenidos fueron analizados y comparados en Excel mediante gráficos simulando la variación de concentración de material particulado y gases en los distintos meses.

### **3.8. Técnicas de procesamiento y análisis de datos**

Entre las técnicas de procesamiento y análisis de datos se tiene:

Las actividades para la técnica y procesamiento y análisis de los datos estuvieron dadas por lo siguiente:

#### **a. Gestión administrativa**

Aquí se realizó una previa coordinación con los responsables del monitoreo programado para que facilite los resultados de estos, los cuales puedan ser analizados y confrontados con la normativa ambiental correspondiente (ECA para aire). Dicha coordinación también fue con el laboratorio encargado de los resultados (Laboratorio JIREHLAB S.A.C.), empresa acreditada por el International Accreditation Service (IAS).

#### **b. Fase de recopilación de la información**

Aquí se realizó la recopilación de la información referente al monitoreo basal que fue en el mes de octubre 2021, donde el especialista de campo

realizo los monitoreos correspondientes en un punto por 5 días antes que empiece cualquier movimiento de tierra u otra actividad.

Así mismo el monitoreo mensual se dio en el mes de diciembre (I monitoreo) y enero (II monitoreo) en cuatro puntos ya mencionados anteriormente, durante 24 horas por 2 días.

**c. Fase de análisis y confrontación de resultados**

En esta fase de estudio fue donde se obtuvo ya los resultados del monitoreo pasando a el análisis de los resultados obtenidos y evaluados con el monitoreo basal y el primer y segundo monitoreo comparados con los Estándares de Calidad de Aire según la norma mediante gráficos para ver la variación de contaminantes por cada mes antes y durante la ejecución de la obra.

**3.9. Orientación ética**

La ética de investigación científica es una rama de la ética, la ciencia que se ocupa de la moral y la conducta humana relacionada con la moralidad que ofrece los principios de conducta moral que deben ser observados en el campo de la ciencia. Por ello es importante hablar sobre la integridad científica que se entiende a una acción científica íntegra, honesta y veraz en la recopilación, el uso y la conservación de los datos, así también en el análisis y la comunicación de los resultados. Esta rectitud o integridad no debe regir solamente la actividad científica del investigador, sino que debe extenderse a sus otras actividades académicas y profesionales. (De la Mora, 2016)

Por ello, en el presente estudio de investigación cada parte de esta contiene datos e información importante sobre el tema, ya que los datos obtenidos provienen de fuentes seguras o de primera línea, el estudio fue

estructurado según el esquema proporcionado por la UNDAC a través de la oficina de grados y títulos, los resultados y discusión serán presentados según los objetivos planteados, se citaron estudios, antecedentes y otros en respecto al derecho de autor.

El estudio se elaboró con responsabilidad, honestidad, y previa autorización de los agentes gobernantes de la obra de saneamiento: Creación de los sistemas de agua potable dependientes del reservorio N°39 y alcantarillado del Distrito de Cerro Colorado, Provincia, Departamento y Región de Arequipa” y en amplia coordinación con la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión.

## **CAPÍTULO IV**

### **PRESENTACIÓN DE RESULTADOS**

#### **4.1. Presentación, análisis e interpretación de resultados**

Para la obtención de los resultados del presente estudio de investigación, se ha obtenido información de resultados de monitores por el laboratorio e informes técnicos de campo y es sobre el cual se fundamenta lo descrito a continuación:

##### **4.1.1. Resultados del Monitoreo Basal**

###### **a. Descripción de la fase**

Se realizó, como control el monitoreo de emisión de material particulado y gases, en los frentes de trabajo, a fin de corroborar si exceden los estándares de acuerdo a ley.

En cumplimiento con el Plan de Gestión Ambiental del Proyecto, se realizó el monitoreo de aire en el campo cuyos parámetros fueron luego comparados con los parámetros de los estándares de calidad ambiental de aire teniendo como criterio la norma vigente actual.

Dicho monitoreo basal se realizó del día 23 al 28 de octubre del 2021, en función de los instructivos establecidos en los protocolos de monitoreo ambiental vigentes y los procedimientos internos de inspección de Anilytical Laboratory E.I.R.L.

#### **b. Ubicación del proyecto y realización del monitoreo**

La obra de saneamiento: Creación de los sistemas de agua potable dependientes del reservorio N°39 y alcantarillado del Distrito de Cerro Colorado, Provincia, Departamento y Región de Arequipa” se encuentra ubicado en el extremo sur oriente de la Región del mismo nombre, tiene una extensión territorial de 10,430,12 Km<sup>2</sup> que es aproximadamente el 16.5% del territorio regional. Alcanza los 2,380 m.s.n.m. en su centro urbano y sus coordenadas son 16° 24’ 17’’ Latitud Sur y 71° 32’09’’ Longitud Oeste

**Imagen 1: Área de Intervención**



Fuente: Informe técnico 04 monitoreo – Línea base

Para el monitoreo basal se tomó un punto de monitoreo, la estación de calidad de aire fue A-02-N39.

**c. Resultado del monitoreo de Calidad de Aire**

En la siguiente tabla se presenta el monitoreo basal de la calidad de aire (punto A – 02 – N39):

**Tabla 7: Comparativo de los Resultados de Calidad de Aire, según D.S. N° 003-2017-MINAM**

PUNTO DE MUESTREO			A-02-N39	A-02-N39	A-02-N39	A-02-N39	A-02-N39
HORA Y FECHA DE MUESTREO			2021-10-23 y 24	2021-10-24 y 25	2021-10-25 y 26	2021-10-26 y 27	2021-10-27 y 28
			10:30:00 a.m.	10:30:00 a.m.	10:30:00 a.m.	10:30:00 a.m.	10:30:00 a.m.
PARÁMETROS	UNID.	AIRE (*)	RESULTADOS				
Material Particulado PM10	ug/m3	100	179	167	132	119	146
Material Particulado PM2.5	ug/m3	50	25	19	7	23	34
Dióxido de Azufre (SO2)	ug/m3	250	<3.6	<3.6	<3.6	<3.6	<3.6
Dióxido de Nitrógeno (NO2)	ug/m3	200	<2.5	<2.5	<2.5	<2.5	<2.5
Monóxido de Carbono (CO)	ug/m3	10000	<300	<300	<300	<300	<300
BENCENO	ug/m3	2	<0.038	<0.038	<0.038	<0.038	<0.038
OZONO	ug/m3	100	<1.96	<1.96	<1.96	<1.96	<1.96

(<) Por debajo del límite de cuantificación del método de Laboratorio.

(\*) Valor referido al Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad ambiental del Aire.

Fuente: Informe de Monitoreo Ambiental sector N°39 – Línea Base

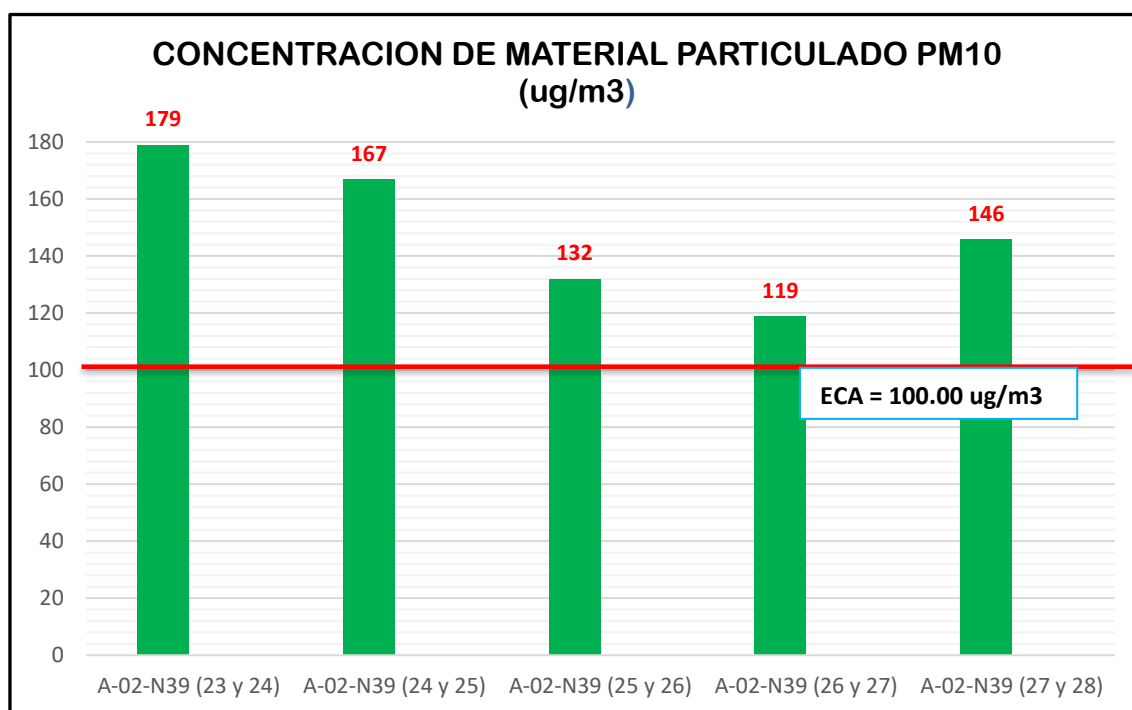
**Tabla 8: Resultados Promedios de Parámetros Meteorológicos**

Punto de monitoreo	A-02-N39	A-02-N39	A-02-N39	A-02-N39	A-02-N39
<b>HORA Y FECHA DEL MUESTREO</b>	<b>2021-10-23 y 24</b>	<b>2021-10-24 y 25</b>	<b>2021-10-25 y 26</b>	<b>2021-10-26 y 27</b>	<b>2021-10-27 y 28</b>
	10:30:00 a.m.	10:30:00 a.m.	10:30:00 a.m.	10:30:00 a.m.	10:30:00 a.m.
<b>Temperatura(°C)</b>	16.2	15.56	14.18	14.17	14.88
<b>Humedad (%)</b>	31.41	32.29	33.62	46.08	47.91
<b>Velocidad del viento (m/s)</b>	1.4	1.67	3.71	3.93	3.97
<b>Dirección del Viento (puntos cardinales)</b>	WNW*	WNW*	WNW*	WNW*	WSW*
<b>Presión (mm/Hg)</b>	759.58	760.02	760.22	760.66	760.75

WNW\*: Oeste Nor Oeste / WSW\*: Oeste Sur Oeste

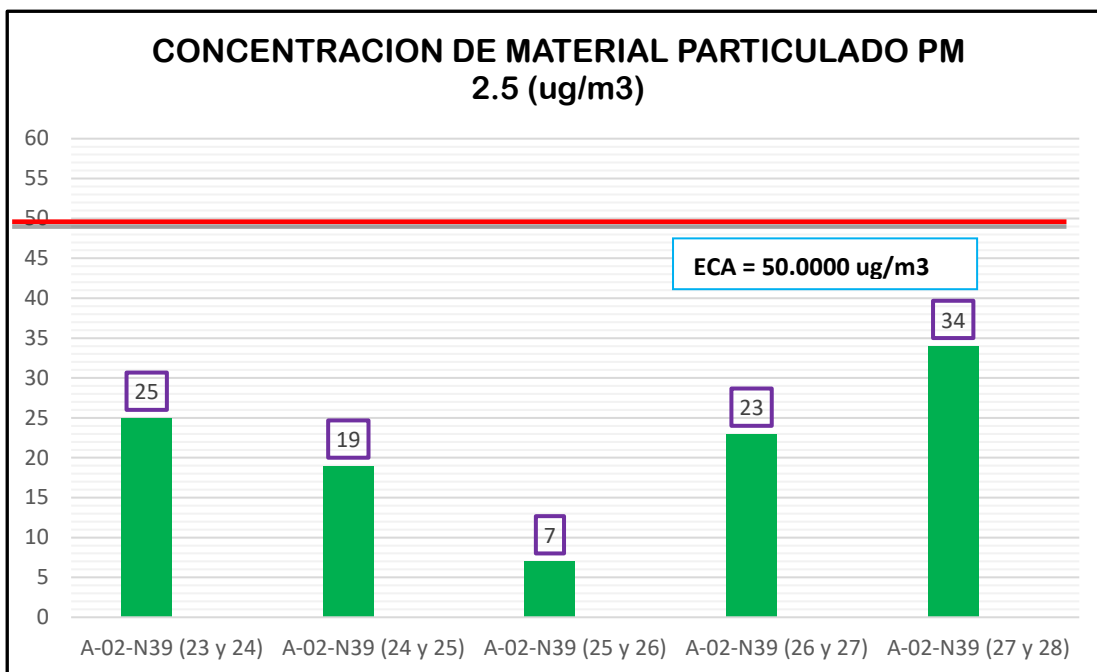
Fuente: Informe de Monitoreo Ambiental sector N°39 – Línea Base

**Gráfico 1: Concentración de Material Particulado PM10**



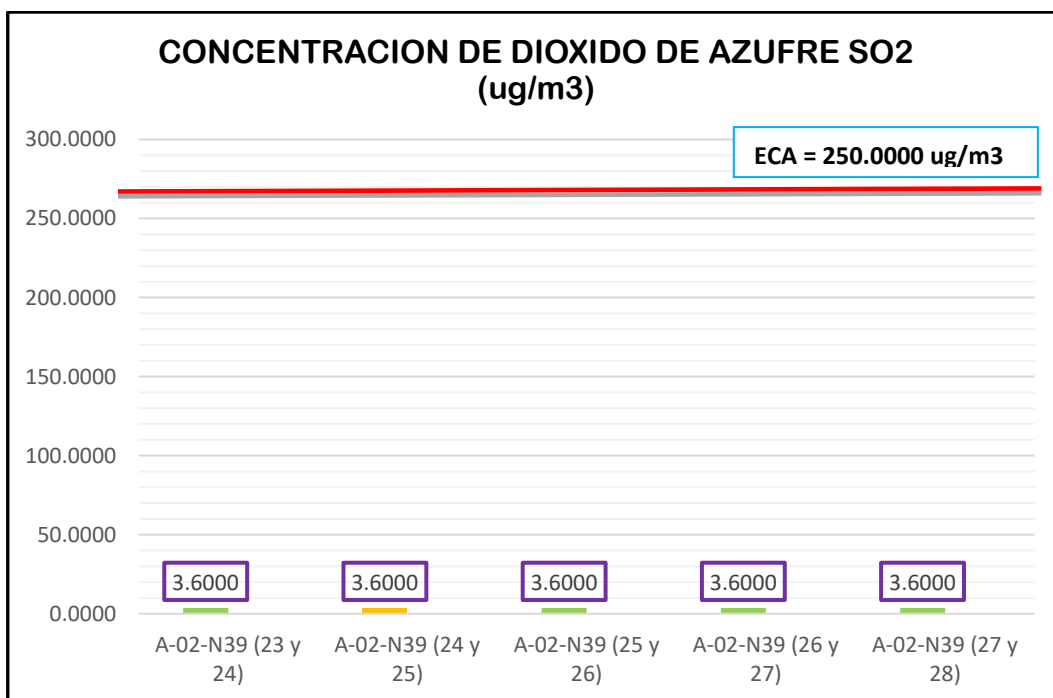
Fuente: Informe de Monitoreo Ambiental sector N°39 – Línea Base

**Gráfico 2: Concentración de Material Particulado PM2.5**



Fuente: Informe de Monitoreo Ambiental sector N°39 – Línea Base

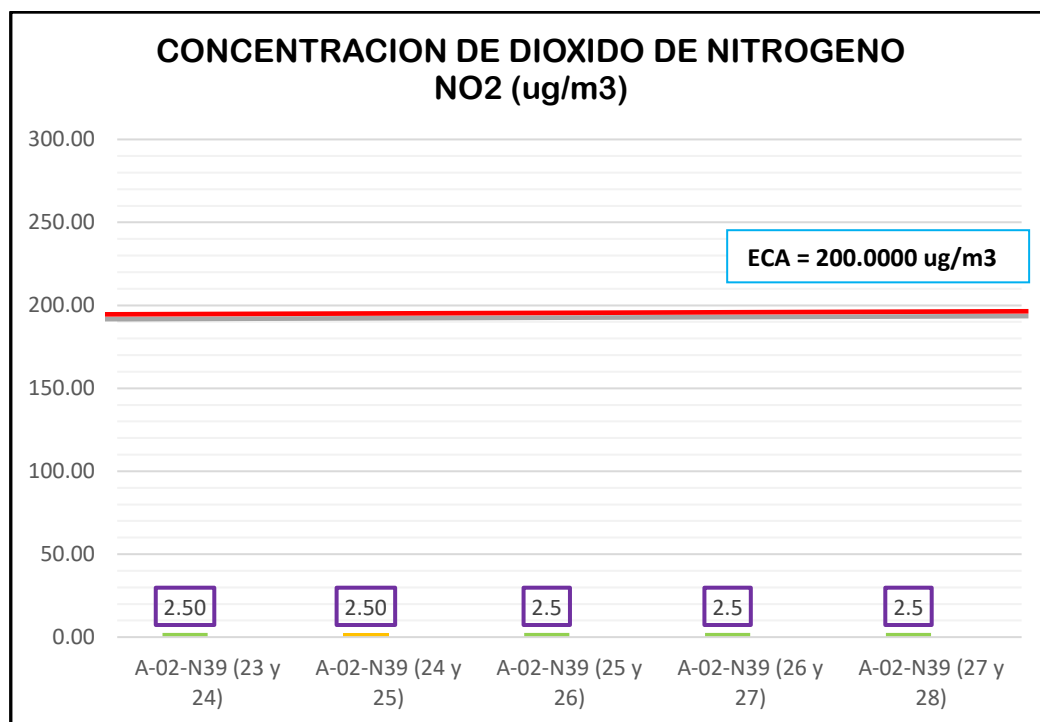
**Gráfico 3: Concentración de Dióxido de Azufre (SO2)**



Fuente: Informe de Monitoreo Ambiental sector N°39 – Línea Base

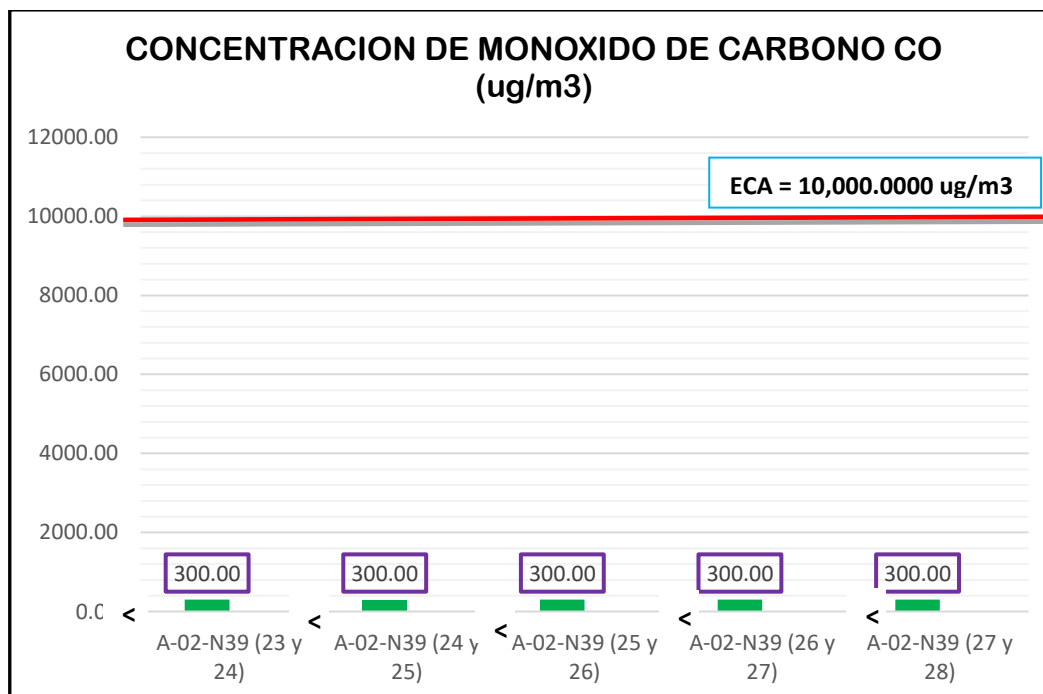


**Gráfico 4: Concentración de Dióxido de Nitrógeno (NO2)**



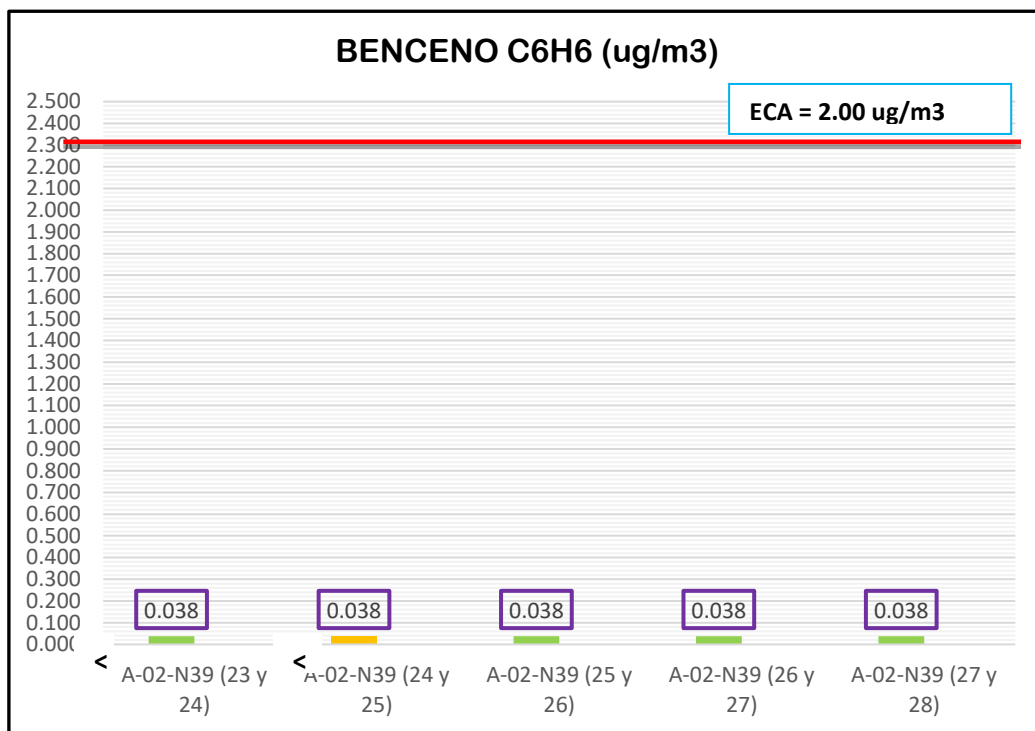
Fuente: Informe de Monitoreo Ambiental sector N°39 – Línea Base

**Gráfico 5: Concentración de Monóxido de Carbono (CO)**



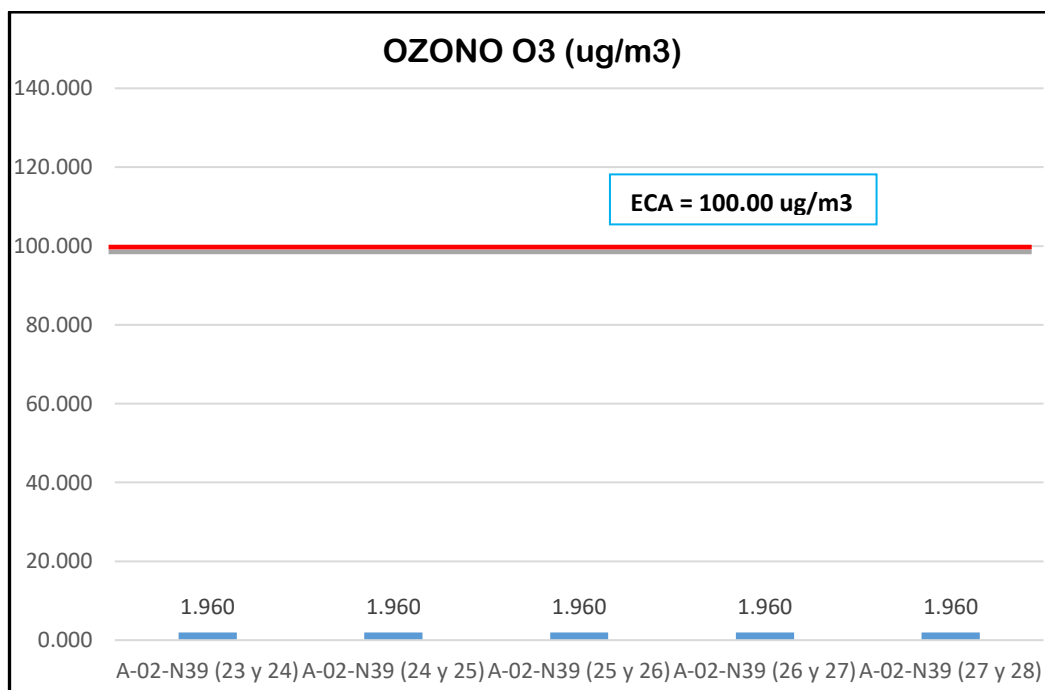
Fuente: Informe de Monitoreo Ambiental sector N°39 – Línea Base

**Gráfico 6: Concentración de Benceno (C6H6)**



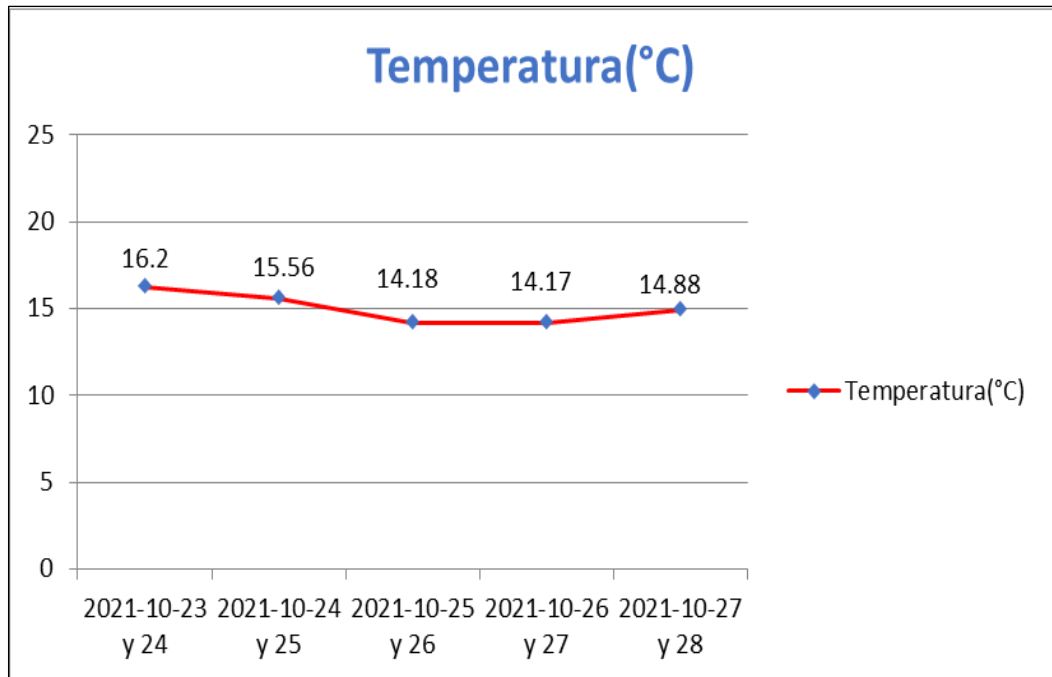
Fuente: Informe de Monitoreo Ambiental sector N°39 – Línea Base

**Gráfico 7: Concentración de Ozono (O3)**



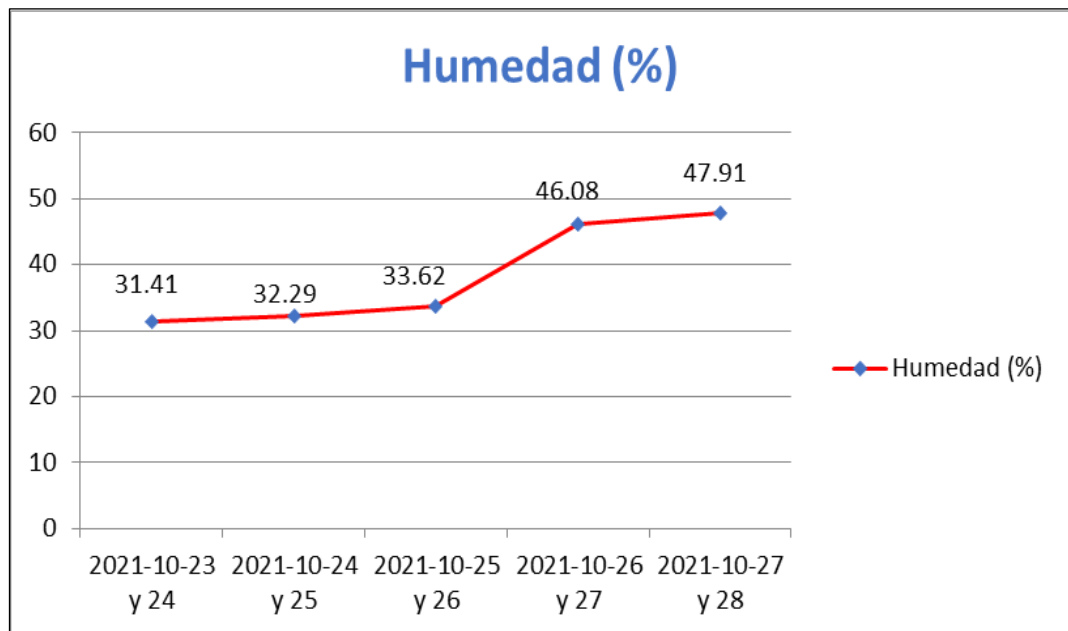
Fuente: Informe de Monitoreo Ambiental sector N°39 – Línea Base

**Gráfico 8: Resultados de Parámetros Meteorológicos (Del 23/09/2021 al 28/09/2021) – A-02-N39 / Temperatura**



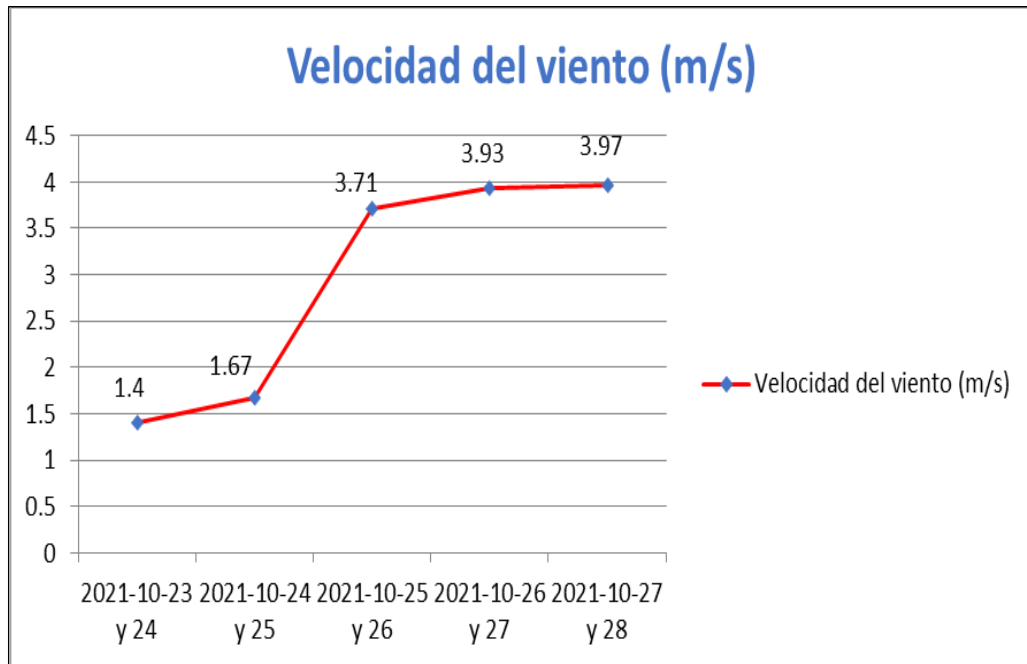
Fuente: Informe de Monitoreo Ambiental sector N°39 – Línea Base

**Gráfico 9: Resultados de Parámetros Meteorológicos (Del 23/09/2021 al 28/09/2021) – A-02-N39 / Humedad**



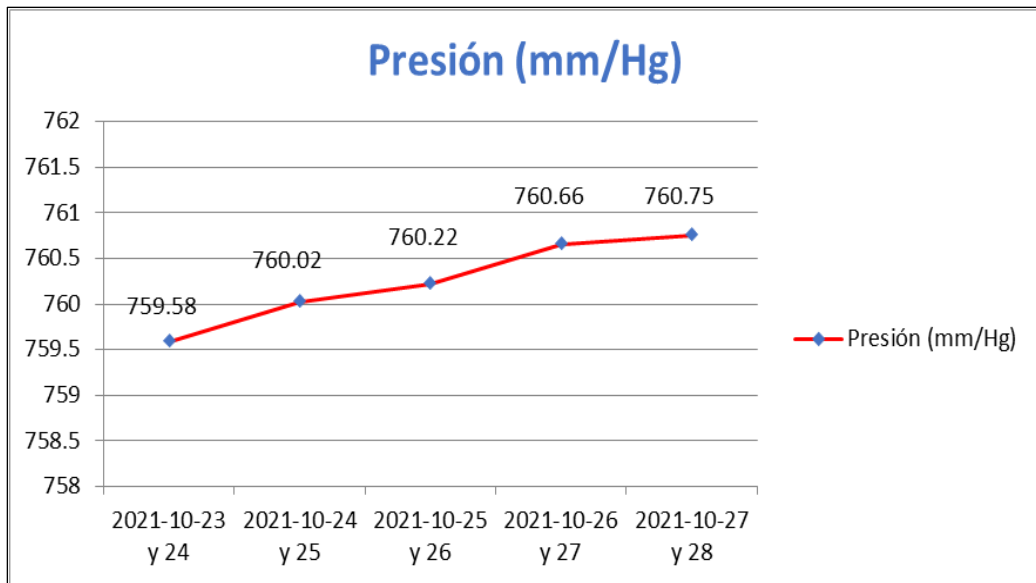
Fuente: Informe de Monitoreo Ambiental sector N°39 – Línea Base

**Gráfico 10: Resultados de Parámetros Meteorológicos (Del 23/09/2021 al 28/09/2021) – A-02-N39 / Velocidad del viento**



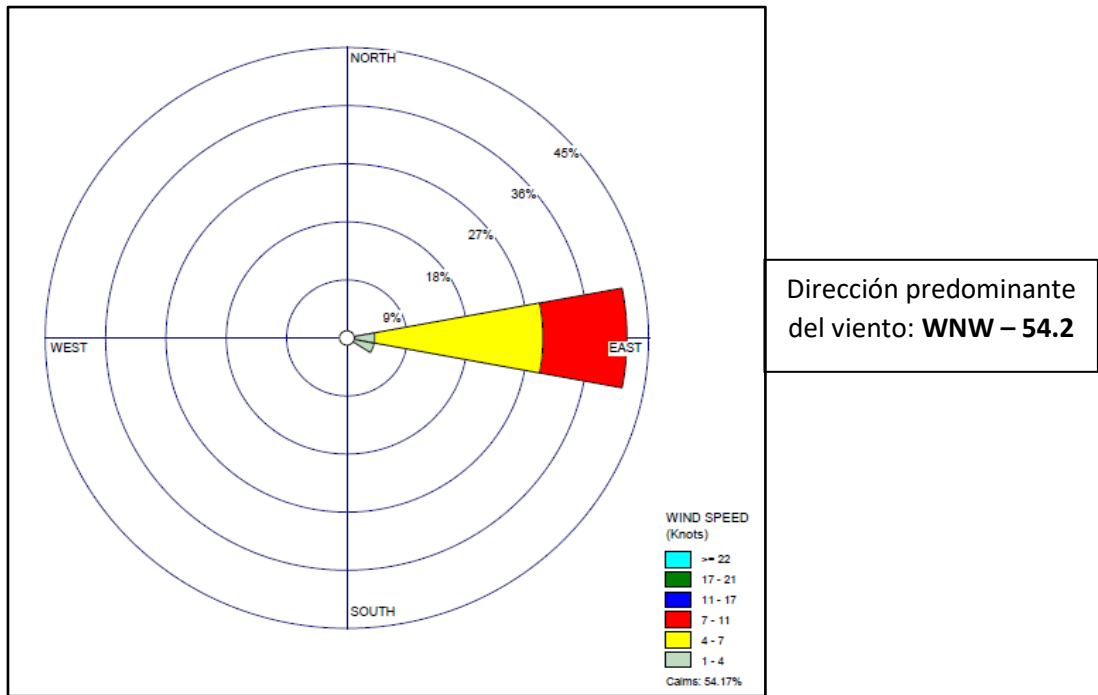
Fuente: Informe de Monitoreo Ambiental sector N°39 – Línea Base

**Gráfico 11: Resultados de Parámetros Meteorológicos (Del 23/09/2021 al 28/09/2021) – A-02-N39 / Presion atmosferica**



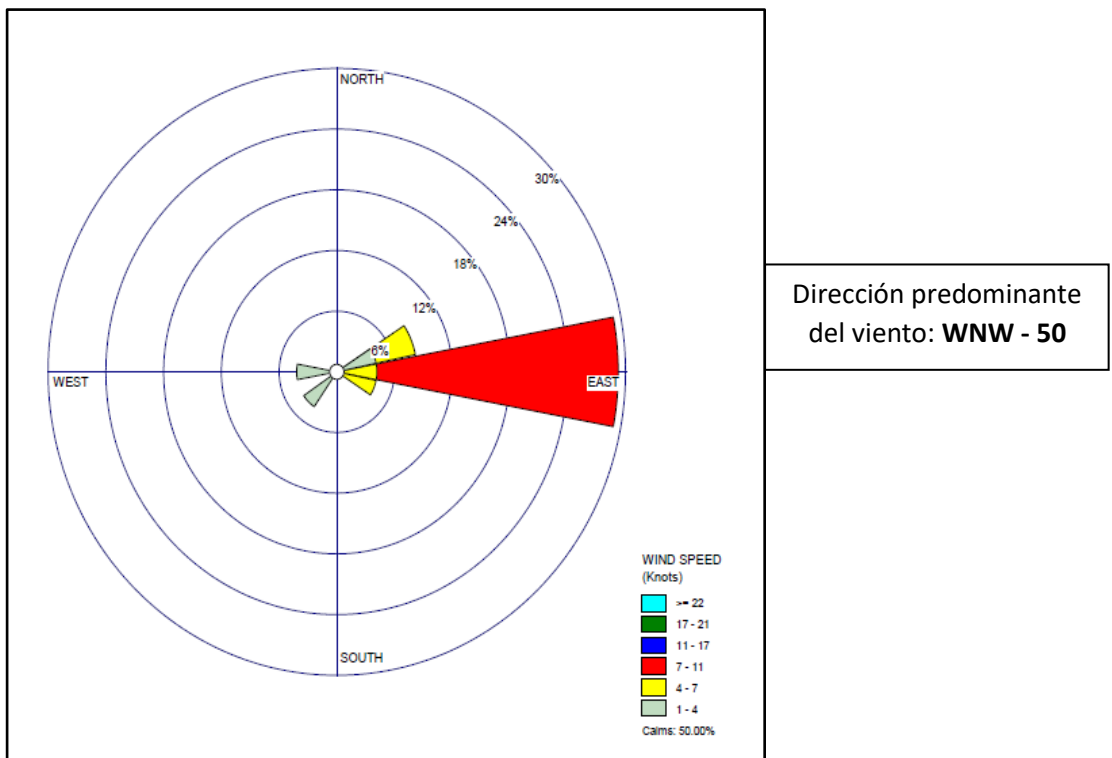
Fuente: Informe de Monitoreo Ambiental sector N°39 – Línea Base

**Gráfico 12: Rosa de Viento (Del 23/09/2021 al 24/10/2021) / A-02-N39**



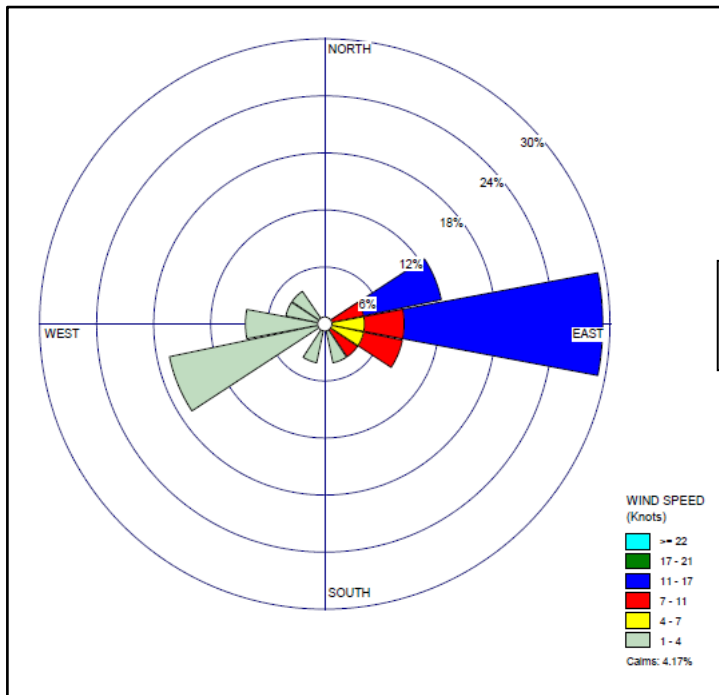
Fuente: Informe de Monitoreo Ambiental sector N°39 – Línea Base

**Gráfico 13: Rosa de Viento (Del 24/09/2021 al 25/10/2021) / A-02-N39**



Fuente: Informe de Monitoreo Ambiental sector N°39 – Línea Base

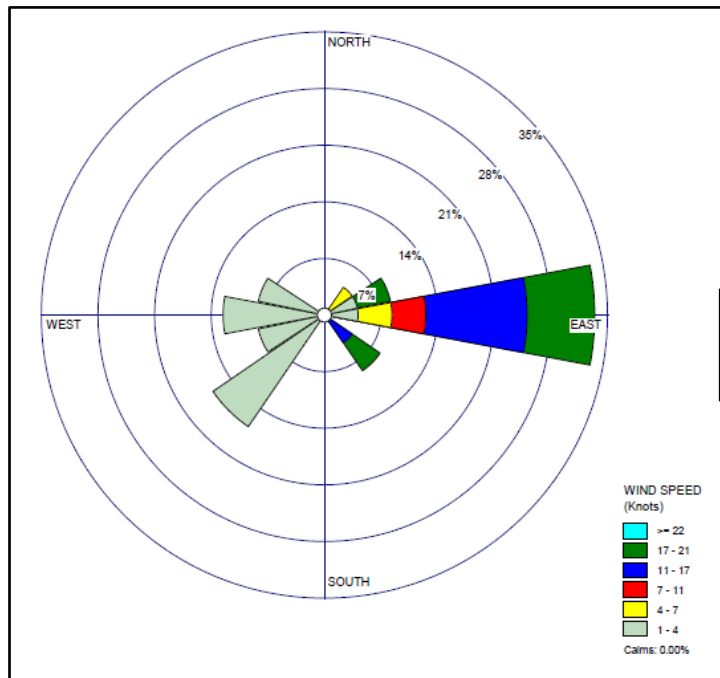
**Gráfico 14: Rosa de Viento (Del 25/09/2021 al 26/10/2021) / A-02-N39**



Dirección predominante del viento: **WNW – 41.7**

Fuente: Informe de Monitoreo Ambiental sector N°39 – Línea Base

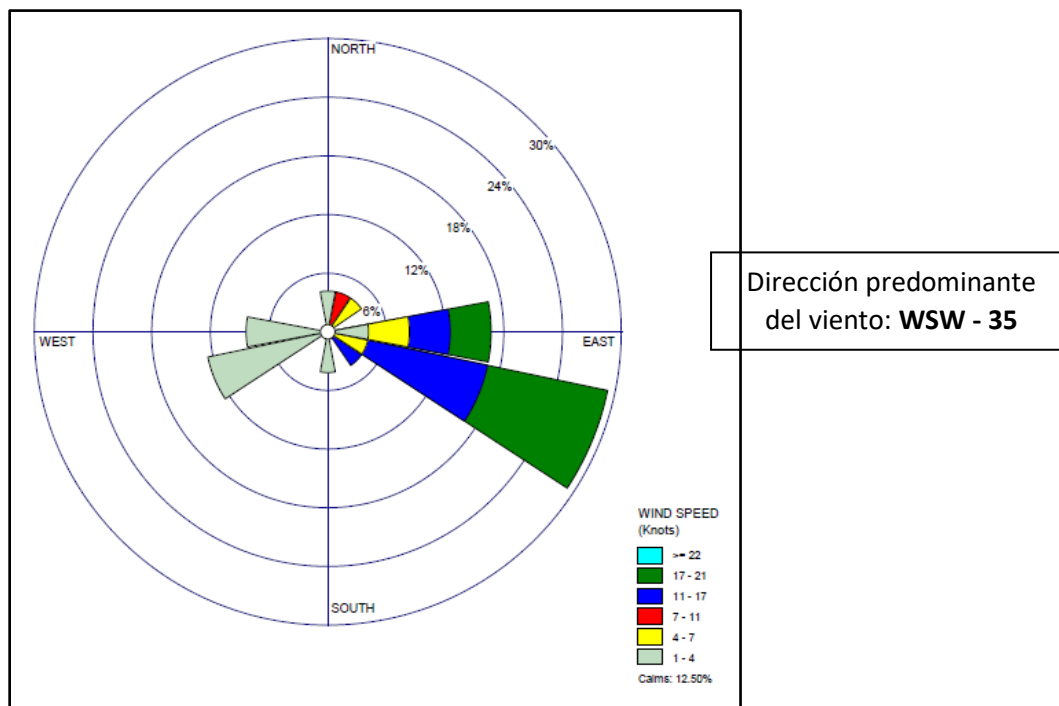
**Gráfico 15: Rosa de Viento (Del 26/09/2021 al 27/10/2021) / A-02-N39**



Dirección predominante del viento: **WNW – 54.2**

Fuente: Informe de Monitoreo Ambiental sector N°39 – Línea Base

**Gráfico 16: Rosa de Viento (Del 27/09/2021 al 28/10/2021) / A-02-N39**



Fuente: Informe de Monitoreo Ambiental sector N°39 – Línea Base

#### **4.1.2. Resultados del I Monitoreo de Calidad de Aire**

Para que realicen el I monitoreo de calidad de aire del mencionado proyecto se tomó como fecha de ejecución del 18 al 20 de diciembre del 2021, que fueron realizados por Analytical Laboratory E.I.R.L., y dichos resultados fueron comparados con los ECAS para aire (Decreto Supremo N°003-2017-MINAM), dichos monitoreos fueron en la obra específicamente en trabajo de excavaciones y movimiento de tierras del sector N° 39.

#### **A. Resultados promedios de los Parámetros meteorológicos (18 – 19/12/2021) y (19 - 20/12/2021)**

A continuación, se presentan los monitoreos promedios de los parámetros meteorológicos de los 4 puntos de muestreo:

**Tabla 9: Resultados promedios de los Parámetros Meteorológicos - CA- 01 - DIC**

<b>Punto de Monitoreo</b>	<b>CA- 01 - DIC</b>
Temperatura (T°)	20.10
Humedad (%)	24.07
Velocidad de viento (m/s)	2.38
Dirección del viento (puntos cardinales)	ENE (Este Nor Este)
Presión (mbar)	759.58
Fecha	18 -19 Diciembre 2021

Fuente: Informe de monitoreo ambiental sector N39 – 1er monitoreo de obra

**Tabla 10: Resultados promedios de los Parámetros meteorológicos - CA – 02-DIC**

<b>Punto de Monitoreo</b>	<b>CA- 02 - DIC</b>
Temperatura (T°)	20.7
Humedad (%)	22.3
Velocidad de viento (m/s)	1.62
Dirección del viento (puntos cardinales)	ENE (Este Noreste)
Presión (mbar)	760.3
Fecha	18 - 19 Diciembre 2021

Fuente: Informe de monitoreo ambiental sector N39 – 1er monitoreo de obra

**Tabla 11: Resultados promedios de los Parámetros meteorológicos – CA – 03 - DIC**

<b>Punto de Monitoreo</b>	<b>CA- 03 - DIC</b>
Temperatura (T°)	18.78
Humedad (%)	24.29
Velocidad de viento (m/s)	1.58
Dirección del viento (puntos cardinales)	S (Sur)
Presión (mbar)	760.16
Fecha	19 – 20 Diciembre 2021

Fuente: Informe de monitoreo ambiental sector N39 – 1er monitoreo de obra



**Tabla 12: Resultados promedios de los Parámetros meteorológicos – CA – 04 - DIC**

Punto de Monitoreo	CA- 04 - DIC
Temperatura (T°)	18.68
Humedad (%)	21.77
Velocidad de viento (m/s)	2.66
Dirección del viento (puntos cardinales)	E (Este)
Presión (mbar)	760.67
Fecha	19 – 20 Diciembre 2021

Fuente: Informe de monitoreo ambiental sector N39 – 1er monitoreo de obra

**Tabla 13: Comparativo de los resultados de Calidad de Aire, según D.S. N° 003 – 2017- MINAM**

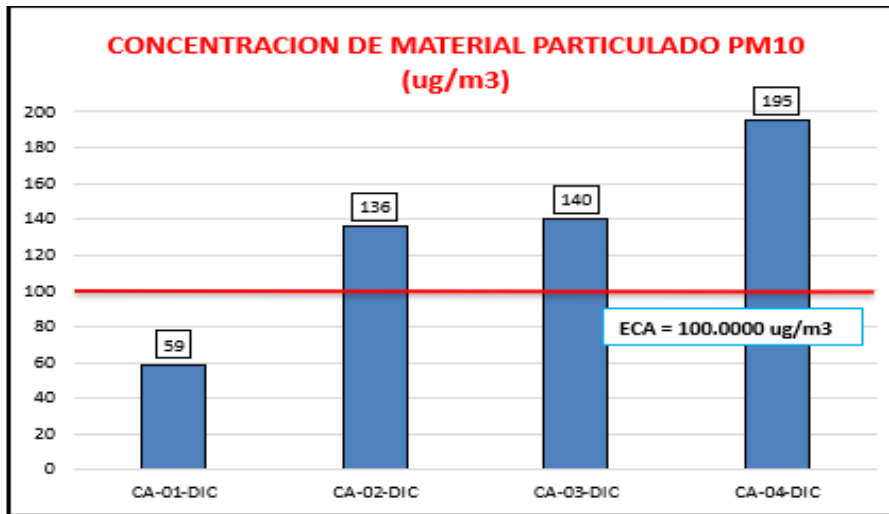
PUNTO DE MUESTREO			CA-01-DIC	CA-02-DIC	CA-03-DIC	CA-04-DIC
HORA Y FECHA DE MUESTREO			2021-10-18 y 19	2021-10-18 y 19	2021-10-19 y 20	2021-10-19 y 20
			09:00:00 a.m.	10:00:00 a.m.	12:00:00 a.m.	13:00:00 a.m.
PARÁMETROS	UNID.	AIRE (*)	RESULTADOS (**)			
Material Particulado PM10	ug/m3	100	59	136	140	195
Material Particulado PM2.5	ug/m3	50	51	68	61	46
Dióxido de Azufre (SO2)	ug/m3	250	17	17	17	17
Dióxido de Nitrógeno (NO2)	ug/m3	200	139	139	139	139
Monóxido de Carbono (CO)	ug/m3	10000	1676	1676	1676	1676

< Por debajo del límite de cuantificación del método de laboratorio

(\*) Valor referido al reglamento de Estándares Nacionales de Calidad ambiental del aire

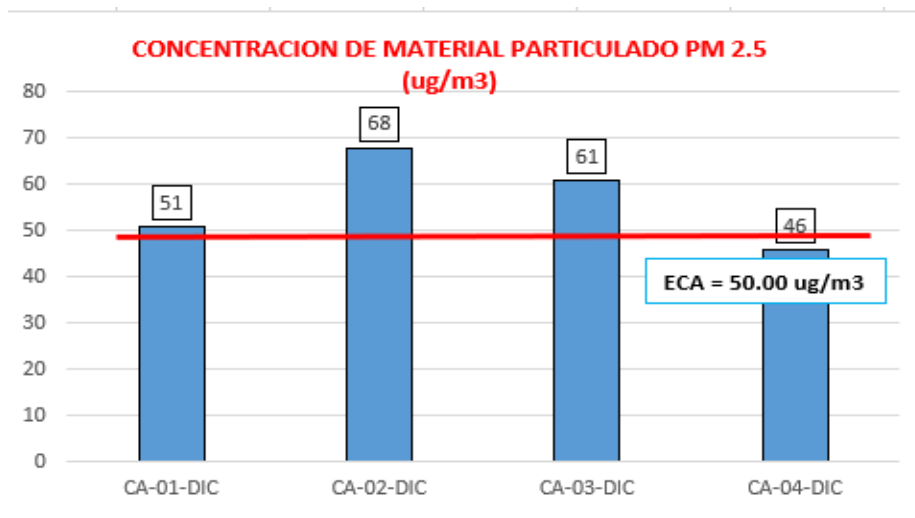
(\*\*) Fuente: IE – 21 – 17830

**Gráfico 17: Concentración de Material particulado PM10 (ug/m3) – I Monitoreo**



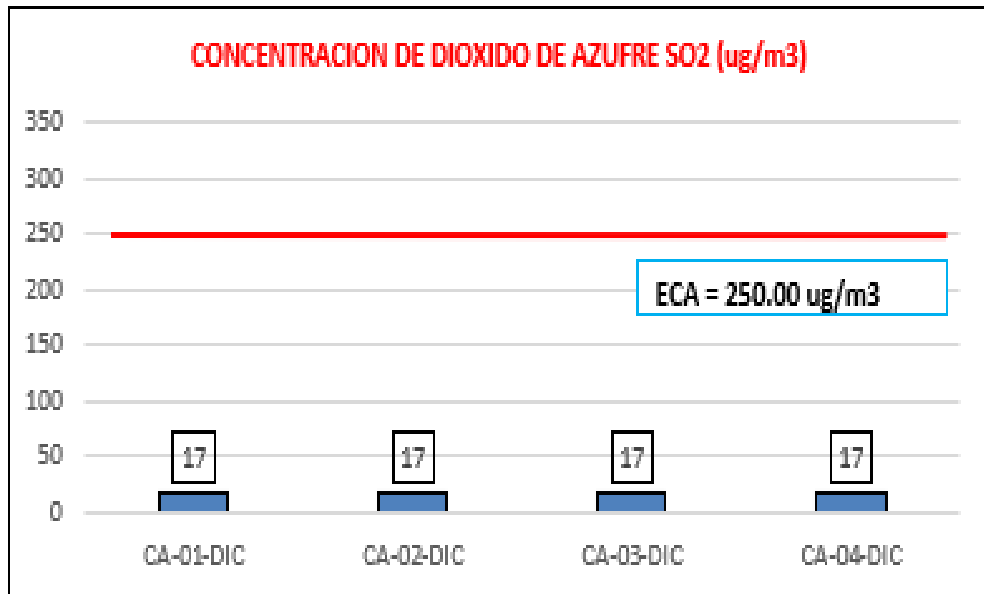
Fuente: Informe de monitoreo ambiental sector N39 – 1er monitoreo de obra

**Gráfico 18: Concentración de Material particulado PM2,5 (ug/m3) – I Monitoreo**



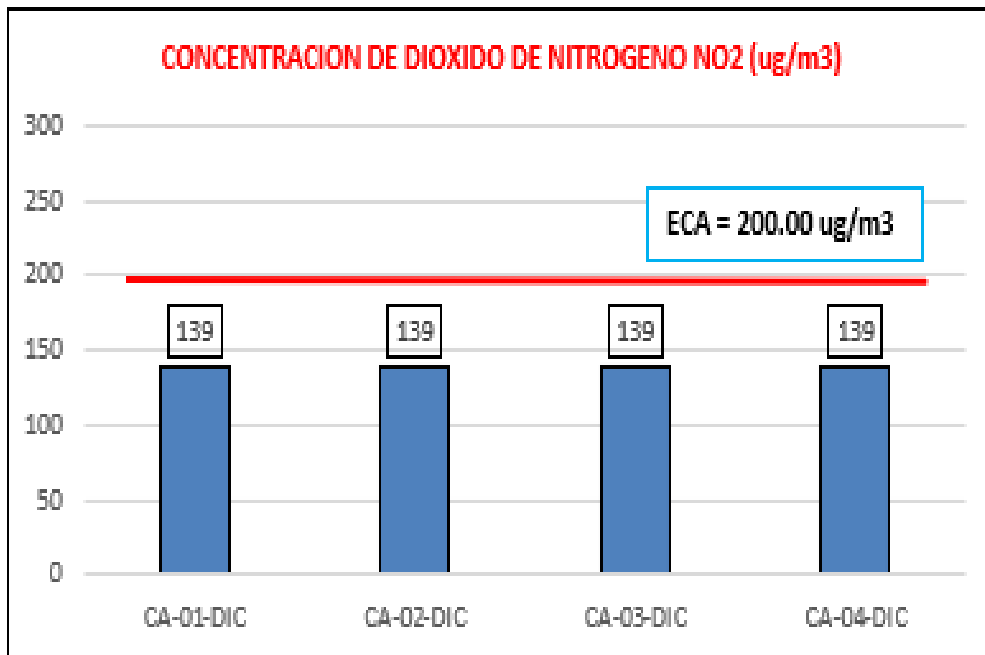
Fuente: Informe de monitoreo ambiental sector N39 – 1er monitoreo de obra

**Gráfico 19: Concentración de Dióxido de azufre SO<sub>2</sub> (ug/m<sup>3</sup>) – I Monitoreo**



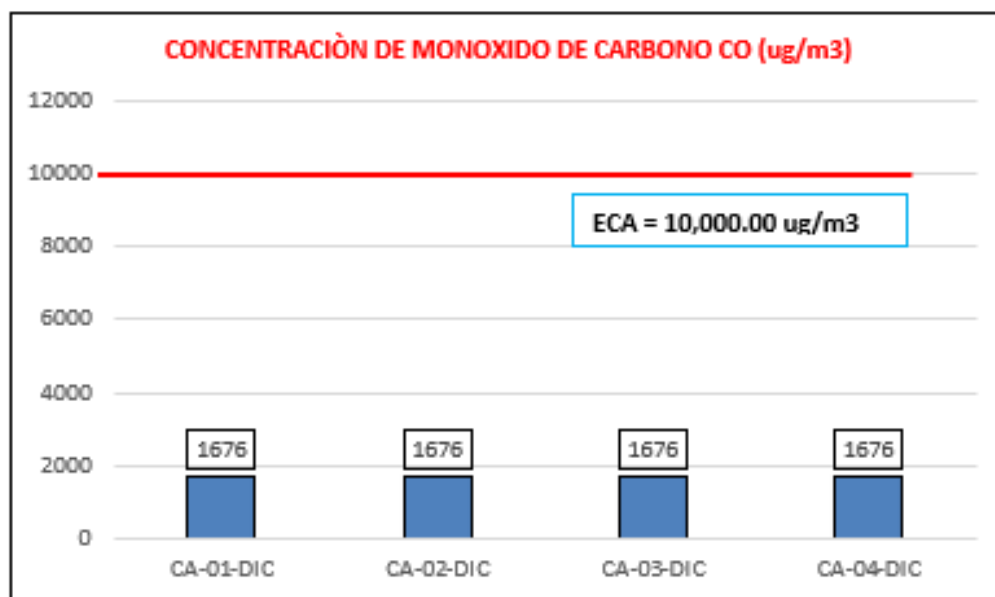
Fuente: Informe de monitoreo ambiental sector N39 – 1er monitoreo de obra

**Gráfico 20: Concentración de Dióxido de Nitrógeno NO<sub>2</sub> (ug/m<sup>3</sup>) – I Monitoreo**



Fuente: Informe de monitoreo ambiental sector N39 – I monitoreo de obra

**Gráfico 21: Concentración de Monóxido de Carbono CO (ug/m3) – I Monitoreo**



Fuente: Informe de monitoreo ambiental sector N39 – I monitoreo de obra

**Tabla 14: Tabla Comparativo de los Resultados de la calidad de aire con el Monitoreo Basal**

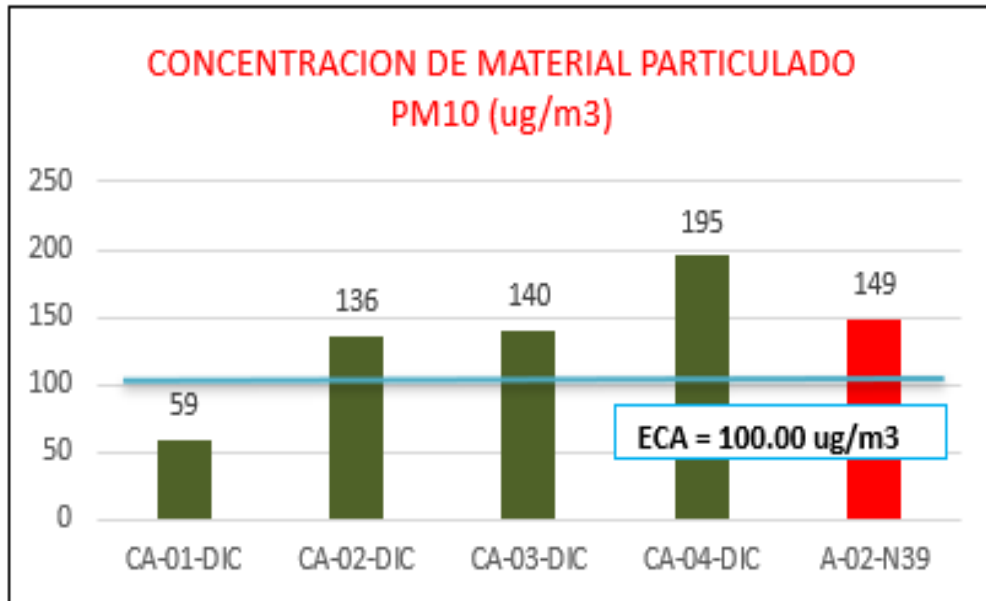
PUNTOS DE MUESTREO			CA-01-DIC	CA-02-DIC	CA-03-DIC	CA-04-DIC	A - 02-N39
PARÁMETROS	UNID.	AIRE (*)	RESULTADOS (**)				
Material Particulado PM10	ug/m3	100	59	136	140	195	149
Material Particulado PM2.5	ug/m3	50	51	68	61	46	22
Dióxido de Azufre (SO2)	ug/m3	250	17	17	17	17	<3,6
Dióxido de Nitrógeno (NO2)	ug/m3	200	139	139	139	139	<2,5
Monóxido de Carbono (CO)	ug/m3	10000	1676	1676	1676	1676	<300

A-02-N39: Resultado Monitoreo Basal

(\*) Valor referido al DS N° 085 – 2003-PCM- Turno día

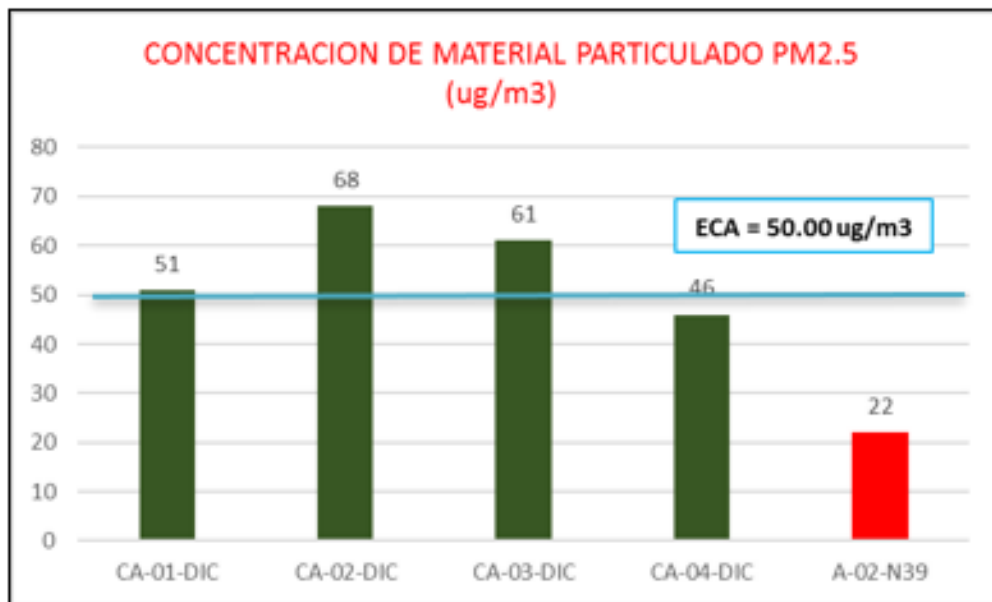
Fuente: Informe de monitoreo ambiental sector N39 – I monitoreo de obra

**Gráfico 22: Comparación de la concentración de Material Particulado PM10 con monitoreo basal**



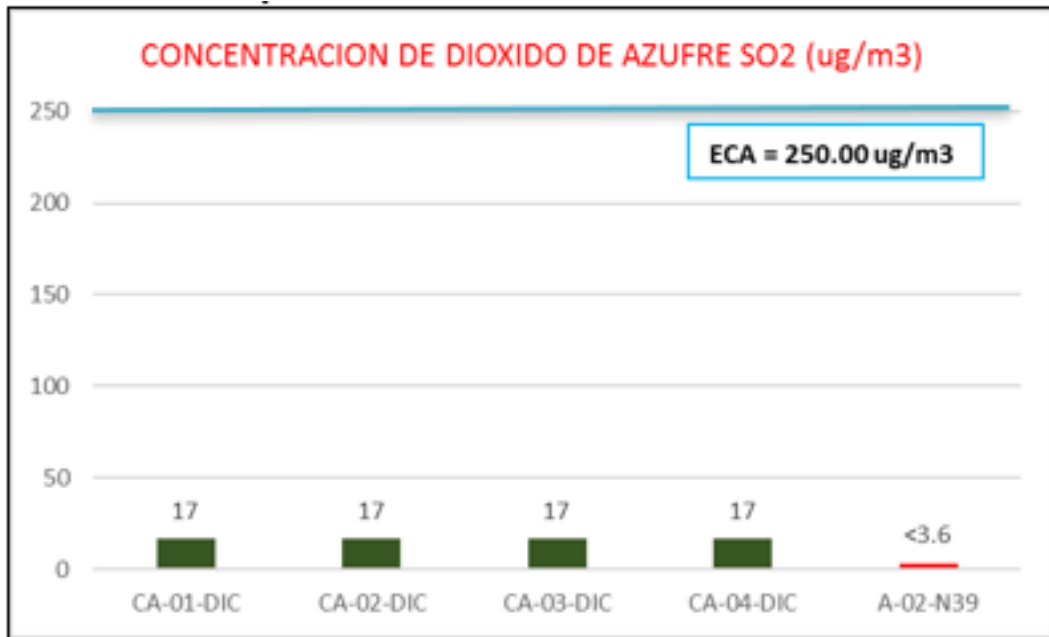
Fuente: Informe de monitoreo ambiental sector N39 – I monitoreo de obra

**Gráfico 23: Comparación de la concentración de Material Particulado PM2,5 con monitoreo basal**



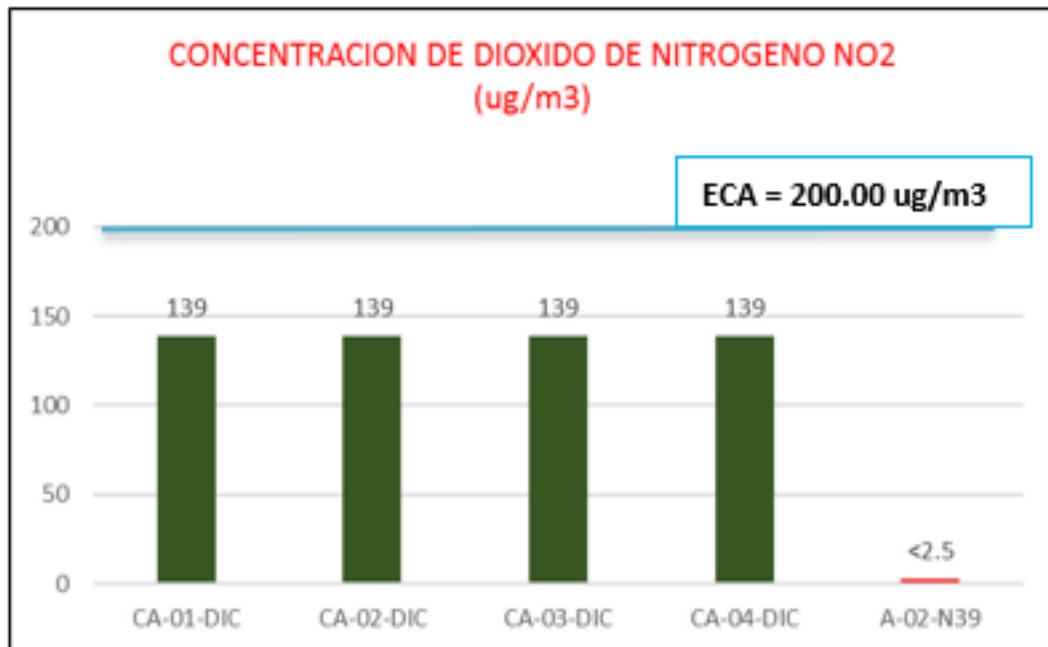
Fuente: Informe de monitoreo ambiental sector N39 – I monitoreo de obra

**Gráfico 24: Comparación de la concentración de Dióxido de Azufre SO<sub>2</sub> con monitoreo basal**



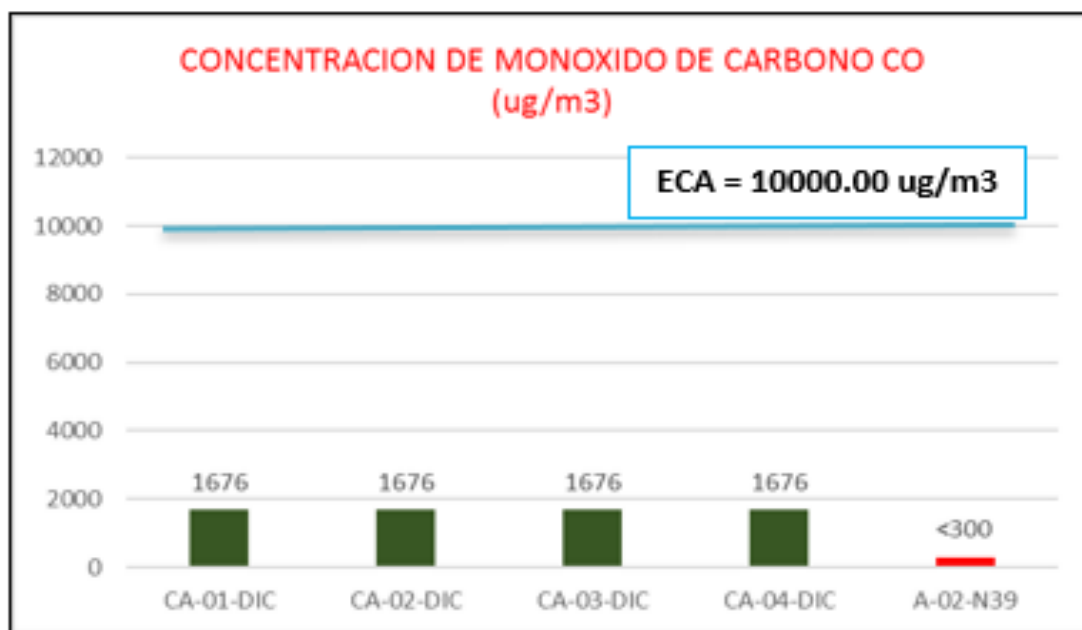
Fuente: Informe de monitoreo ambiental sector N39 – I monitoreo de obra

**Gráfico 25: Comparación de la concentración de Dióxido de Nitrógeno NO<sub>2</sub> con monitoreo basal**



Fuente: Informe de monitoreo ambiental sector N39 – I monitoreo de obra

**Gráfico 26: Comparación de la concentración de Monóxido de Carbono CO con monitoreo basal**



Fuente: Informe de monitoreo ambiental sector N39 – I monitoreo de obra

#### 4.1.3. Resultados del II Monitoreo de Calidad de Aire

Para que realicen el II monitoreo de calidad de aire del mencionado proyecto se tomó como fecha de ejecución del jueves 27 al sábado 29 de enero del 2022, que fueron realizados por Analytical Laboratory E.I.R.L., y dichos resultados fueron comparados con los ECAS para aire (Decreto Supremo N°003-2017-MINAM), dichos monitoreos fueron en la obra específicamente en trabajo de excavaciones y movimiento de tierras del sector N° 39.

**Tabla 15: Resultados promedios de los Parámetros meteorológicos – CA- 01 - ENE**

Punto de Monitoreo	CA- 01 - ENE
Temperatura (T°)	18.2
Humedad (%)	27
Velocidad de viento (m/s)	2.45
Dirección del viento (puntos cardinales)	NE (Nor Este)
Presión (mbar)	759.6
Fecha	27 -28 Enero 2022

Fuente: Informe de monitoreo ambiental sector N39 – II monitoreo de obra

**Tabla 16: Resultados promedios de los Parámetros meteorológicos - CA – 02 - ENE**

<b>Punto de Monitoreo</b>	<b>CA- 02 - ENE</b>
Temperatura (T°)	18.3
Humedad (%)	22
Velocidad de viento (m/s)	2.67
Dirección del viento (puntos cardinales)	NE (Noreste)
Presión (mbar)	759.7
Fecha	27 - 28 Enero 2022

Fuente: Informe de monitoreo ambiental sector N39 – II monitoreo de obra

**Tabla 17: Resultados promedios de los Parámetros meteorológicos – CA – 03 - ENE**

<b>Punto de Monitoreo</b>	<b>CA- 03 - ENE</b>
Temperatura (T°)	18.6
Humedad (%)	22
Velocidad de viento (m/s)	2.72
Dirección del viento (puntos cardinales)	ENE (Este Nor Este)
Presión (mbar)	760.0
Fecha	28 – 29 Enero 2022

Fuente: Informe de monitoreo ambiental sector N39 – II monitoreo de obra

**Tabla 18: Resultados promedios de los Parámetros meteorológicos – CA – 04 - ENE**

<b>Punto de Monitoreo</b>	<b>CA- 04 - ENE</b>
Temperatura (T°)	18.3
Humedad (%)	22
Velocidad de viento (m/s)	2.73
Dirección del viento (puntos cardinales)	SW (Sur Oeste)
Presión (mbar)	760.2
Fecha	28 – 29 Enero 2022

Fuente: Informe de monitoreo ambiental sector N39 – II monitoreo de obra



**Tabla 19: Tabla Comparativo de los Resultados de la calidad de aire según D.S. N° 003 – 2017 - MINAM**

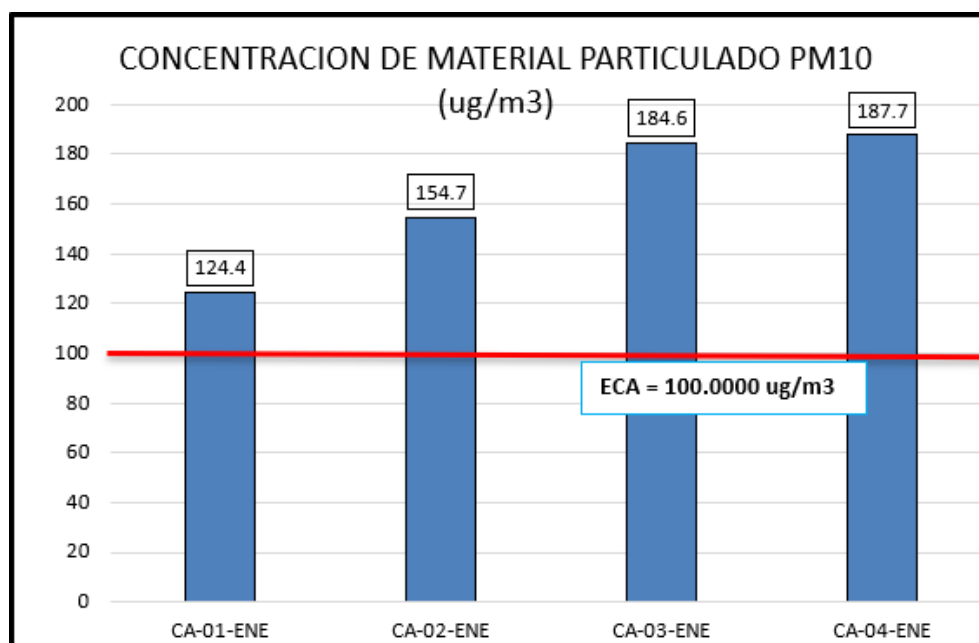
PUNTOS DE MUESTREO			CA-01-ENE	CA-02-ENE	CA-03-ENE	CA-04-ENE
PARÁMETROS	UNID.	AIRE (*)	RESULTADOS (**)			
Material Particulado PM10	ug/m3	100	124.4	154.7	184.6	187.7
Material Particulado PM2.5	ug/m3	50	64.8	82.4	77.8	61.7
Dióxido de Azufre (SO2)	ug/m3	250	<3.3	<3.3	<3.3	<3.3
Dióxido de Nitrógeno (NO2)	ug/m3	200	<1.8	<1.8	<1.8	<1.8
Monóxido de Carbono (CO)	ug/m3	10000	<738	<738	<738	<738

(<) Por debajo del límite de cuantificación del método de laboratorio

(\*) Valor referido al reglamento de ECA del aire

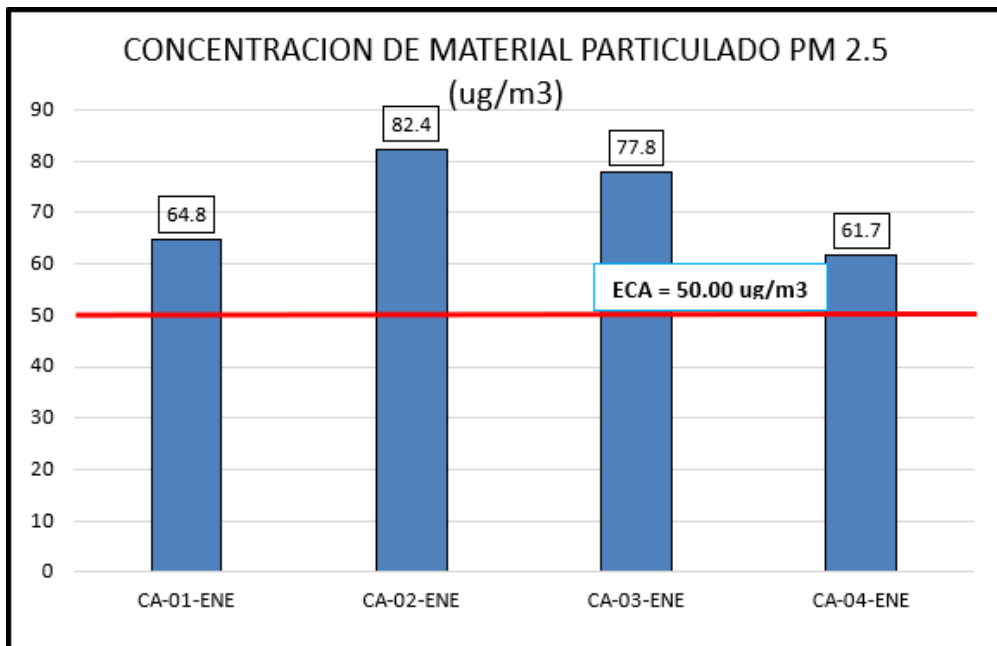
Fuente: Informe de monitoreo ambiental sector N39 – II monitoreo de obra

**Gráfico 27: Concentración de material particulado PM10**



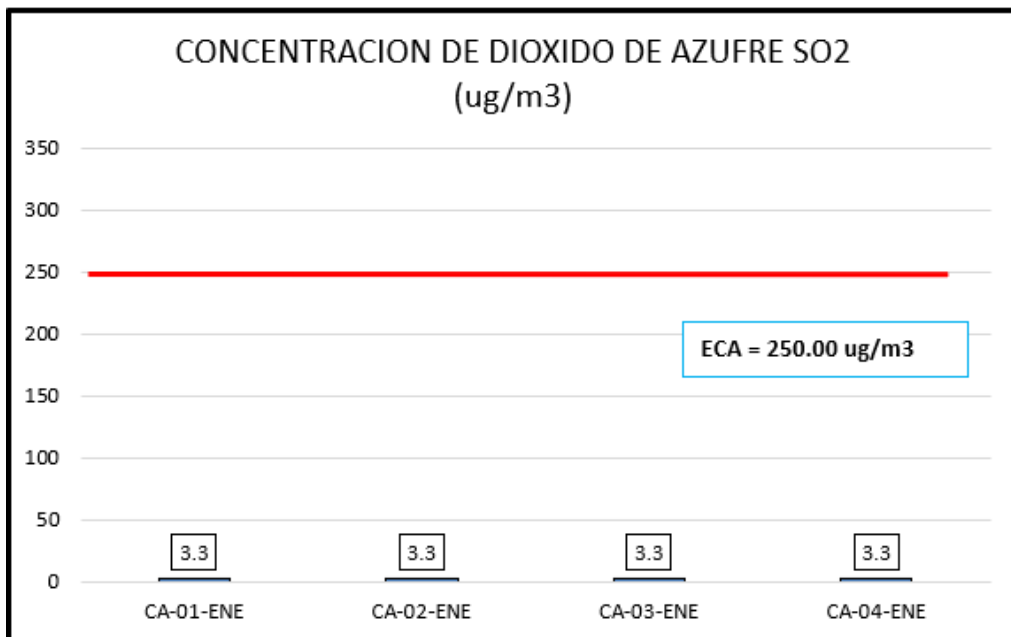
Fuente: Informe de monitoreo ambiental sector N39 – II monitoreo de obra

**Gráfico 28: Concentración de material particulado PM2.5**



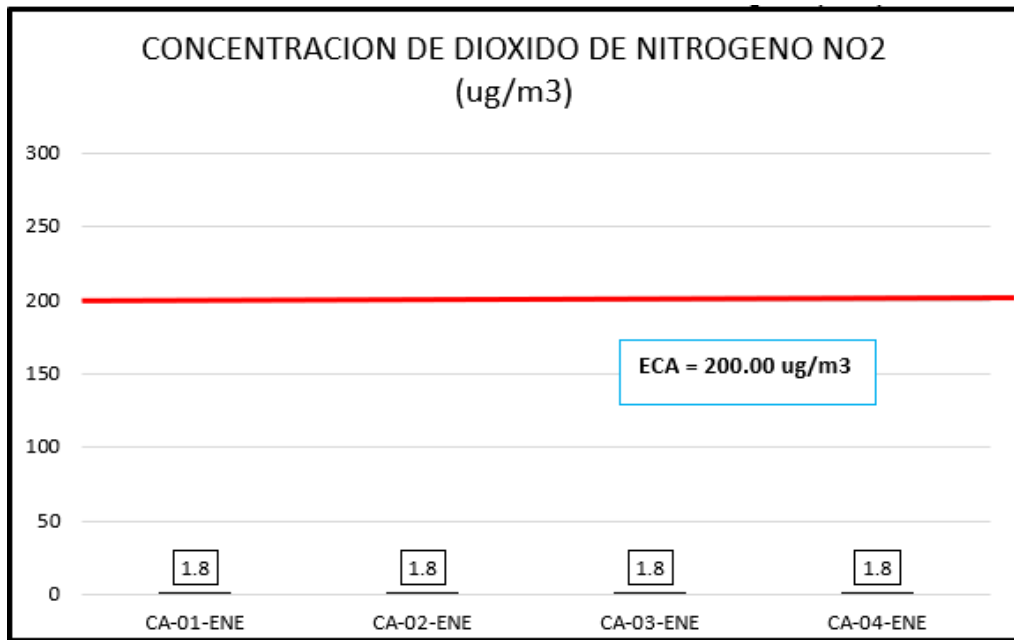
Fuente: Informe de monitoreo ambiental sector N39 – II monitoreo de obra

**Gráfico 29: Concentración de Dióxido de Azufre (SO2)**



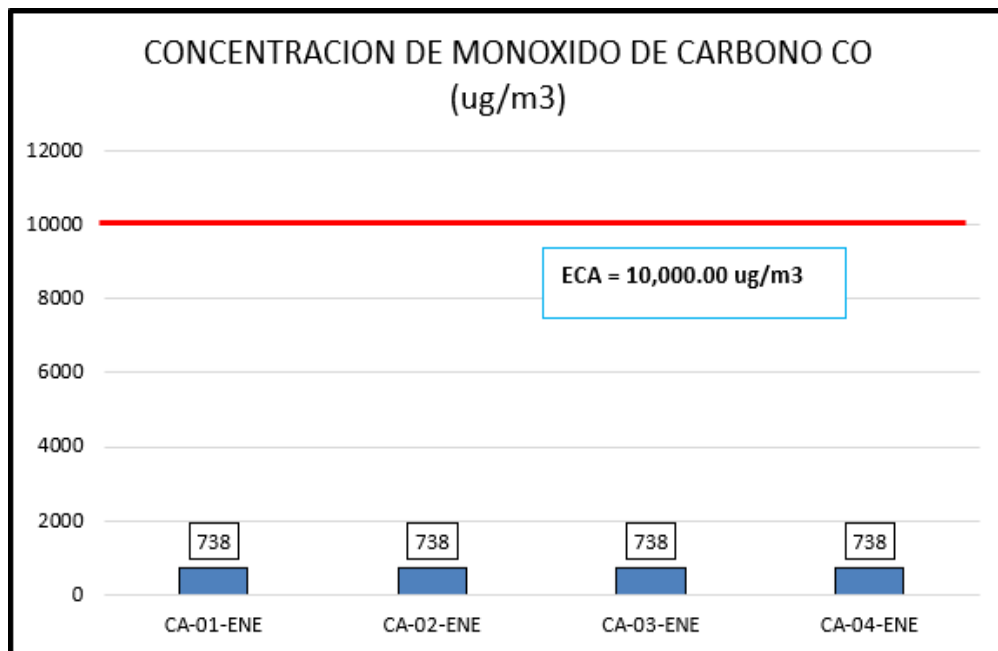
Fuente: Informe de monitoreo ambiental sector N39 – II monitoreo de obra

**Gráfico 30: Concentración de Dióxido de Nitrógeno (NO2)**



Fuente: Informe de monitoreo ambiental sector N39 – II monitoreo de obra

**Gráfico 31: Concentración de Monóxido de Carbono (CO)**



Fuente: Informe de monitoreo ambiental sector N39 – II monitoreo de obra

**Tabla 20: Comparativo de los Resultados de la calidad de aire con el Monitoreo Basal**

PUNTOS DE MUESTREO			CA-01-ENE	CA-02-ENE	CA-03-ENE	CA-04-ENE	A – 02-N39
PARÁMETROS	UNID.	AIRE (*)	RESULTADOS (**)				
Material Particulado PM10	ug/m3	100	124.4	154.7	184.6	187.7	149
Material Particulado PM2.5	ug/m3	50	64.8	82.4	77.8	61.7	22
Dióxido de Azufre (SO2)	ug/m3	250	<3,3	<3,3	<3,3	<3,3	<3,6
Dióxido de Nitrógeno (NO2)	ug/m3	200	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8	<2,5
Monóxido de Carbono (CO)	ug/m3	10000	<738	<738	<738	<738	<300

A-02-N39: Resultado Monitoreo Basal

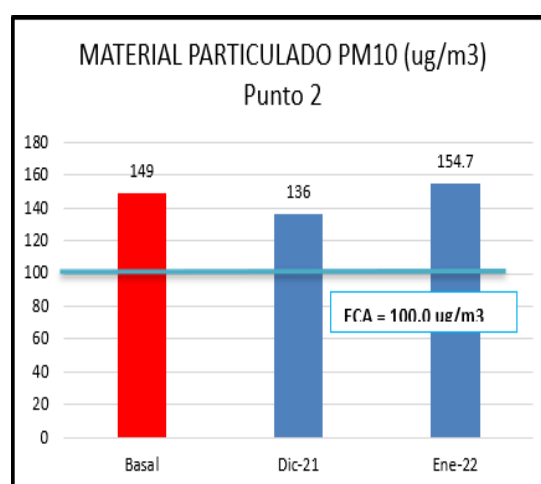
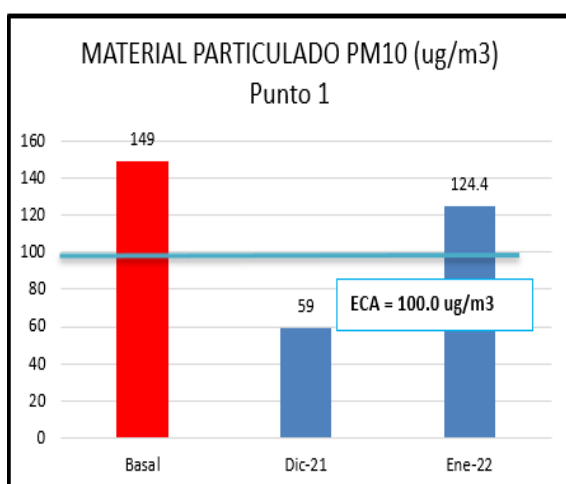
(\*) Valor referido al DS N° 085 – 2003-PCM- Turno día

Fuente: Informe de monitoreo ambiental sector N39 – II monitoreo de obra

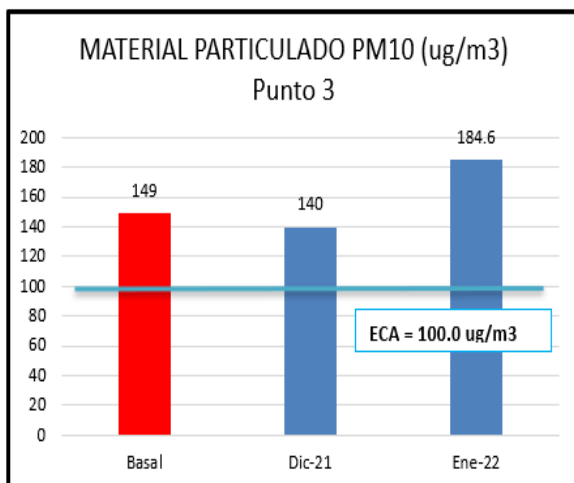
**Gráfico 32: Comparación de la concentración de Material Particulado PM10 con Monitoreo Basal, Diciembre – Enero**

**Punto 1**

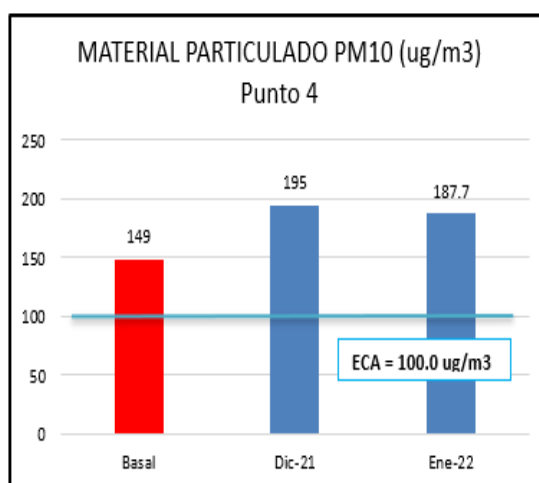
**Punto 2**



### Punto 3



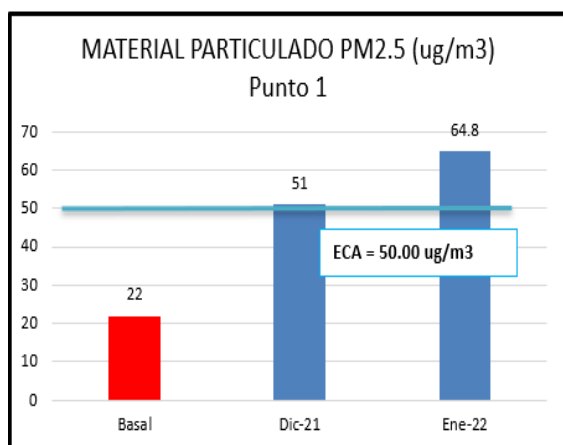
### Punto 4



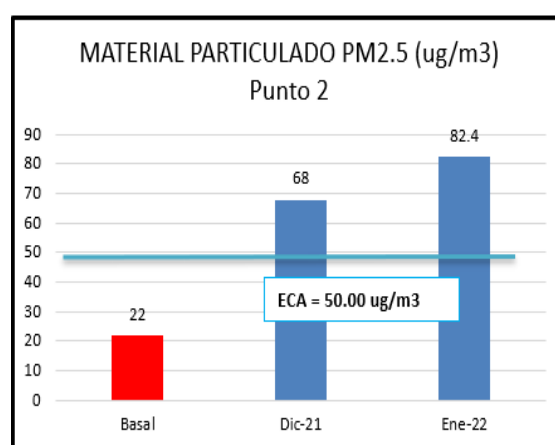
Fuente: Informe de monitoreo ambiental sector N39 – II monitoreo de obra

**Gráfico 33: Comparación de la concentración de Material Particulado PM2.5 con Monitoreo Basal, Diciembre – Enero**

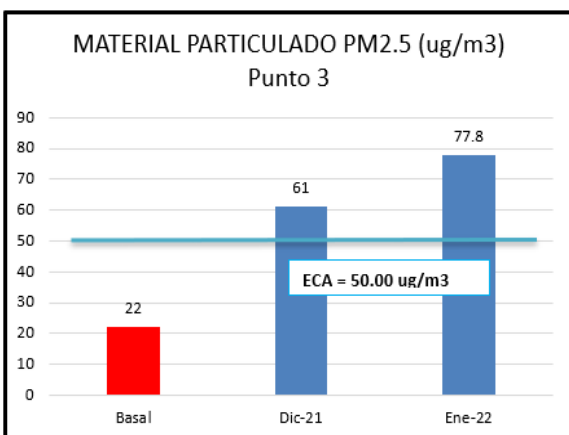
### Punto 1



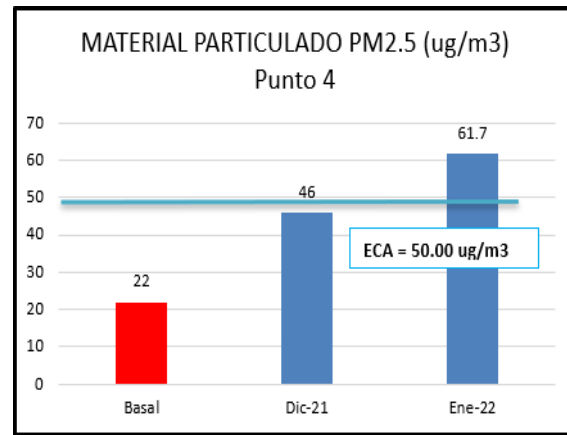
### Punto 2



### Punto 3

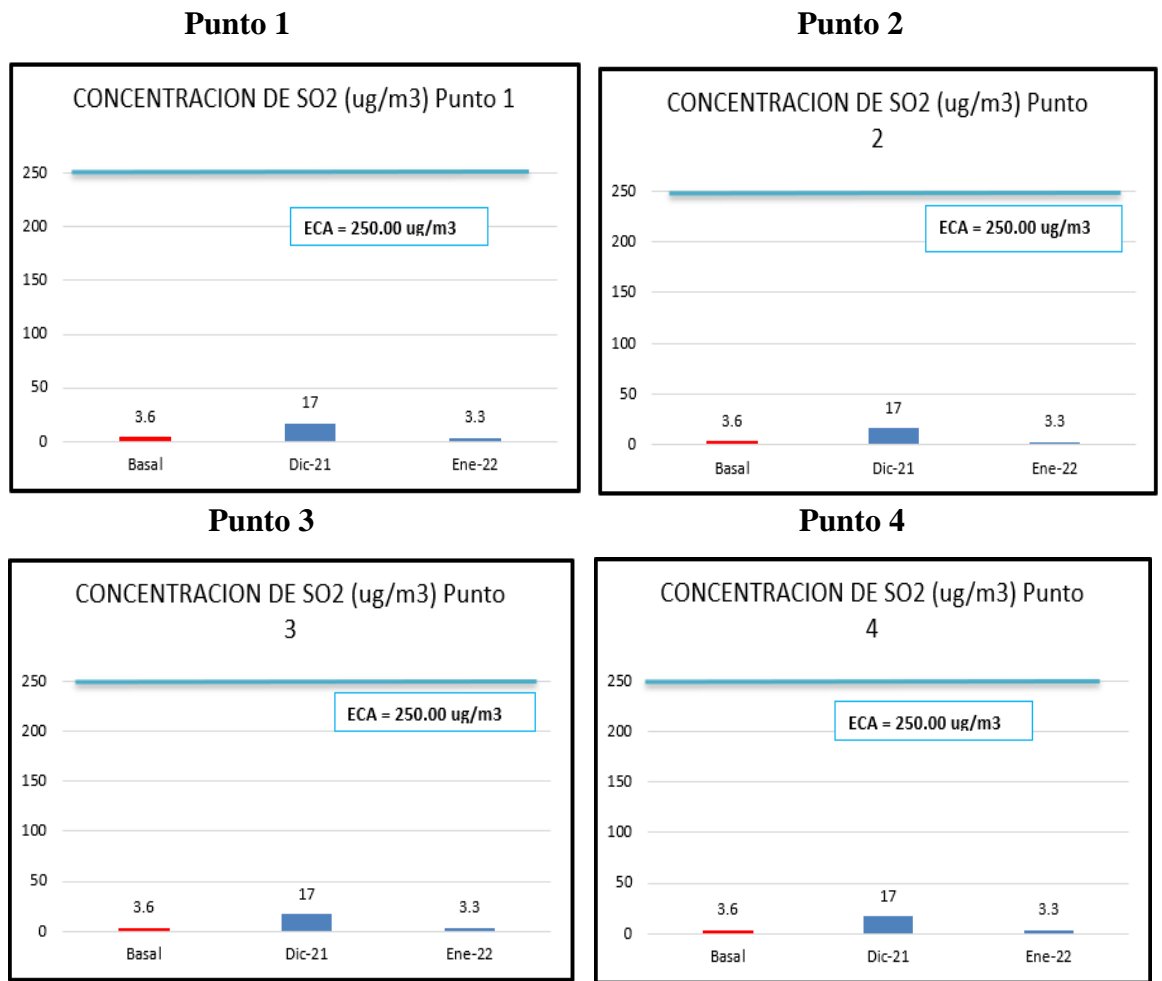


### Punto 4



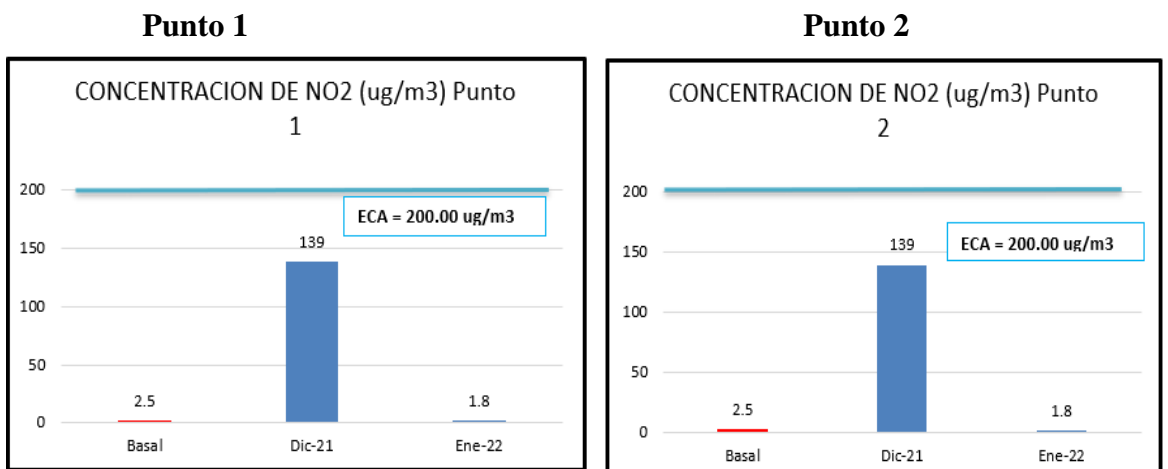
Fuente: Informe de monitoreo ambiental sector N39 – II monitoreo de obra

**Gráfico 34: Comparación de la concentración de SO2 con Monitoreo Basal, Diciembre – Enero**

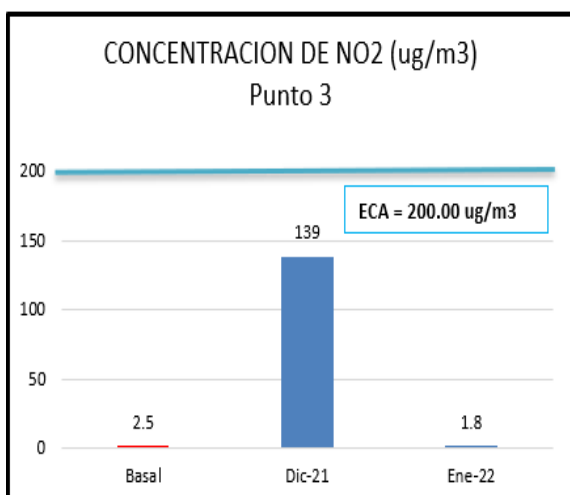


Fuente: Informe de monitoreo ambiental sector N39 – II monitoreo de obra

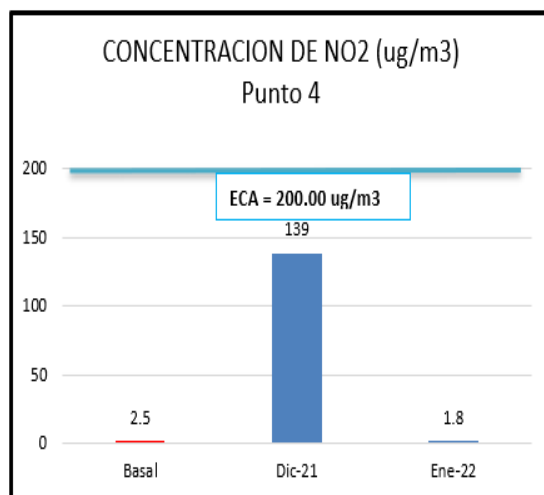
**Gráfico 35: Comparación de la concentración de NO2 con Monitoreo Basal, Diciembre – Enero**



### Punto 3



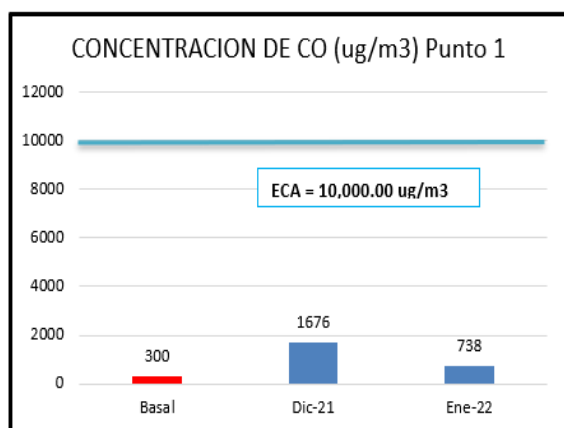
### Punto 4



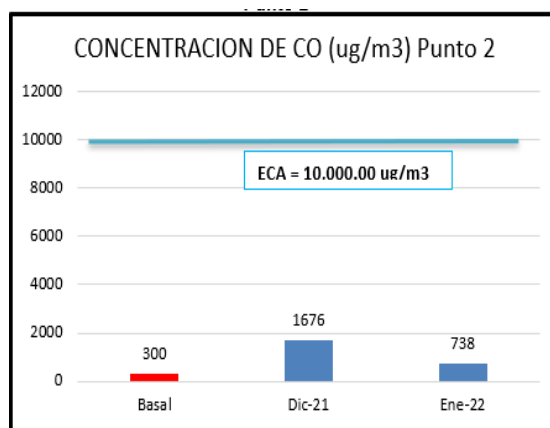
Fuente: Informe de monitoreo ambiental sector N39 – II monitoreo de obra

**Gráfico 36: Comparación de la concentración de CO con Monitoreo Basal, Diciembre – Enero**

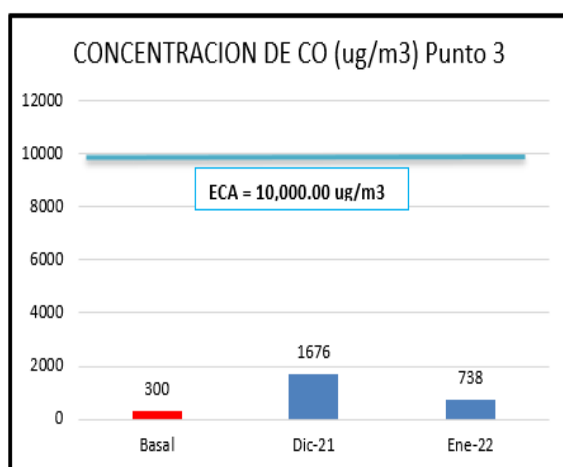
### Punto 1



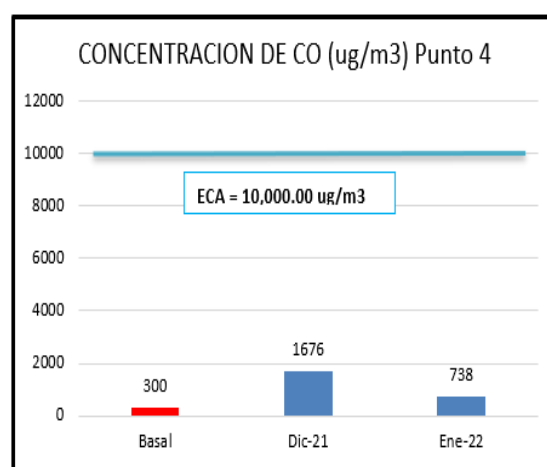
### Punto 2



### Punto 3



### Punto 4



Fuente: Informe de monitoreo ambiental sector N39 – II monitoreo de obra

## 4.2. Discusión de Resultados

### A.- Sobre el Monitoreo Basal

Análisis: Los valores obtenidos para **PM10** es de 179 ug/m<sup>3</sup>, 167 ug/m<sup>3</sup>, 132 ug/m<sup>3</sup>, 119 ug/m<sup>3</sup> y 146 ug/m<sup>3</sup> en A-02-N39; por lo que se puede deducir que en dicho punto durante los 5 días de monitoreo (del 23 al 28 de octubre) los valores se encuentran por encima del estándar de calidad ambiental (100 Ug/m<sup>3</sup>) establecido en el D.S. N° 003-2017-MINAM, por tanto, no cumple la norma ambiental (ECA para aire) debido a las actividades propias del proyecto.

Los valores obtenidos para **PM2.5** es de 25 ug/m<sup>3</sup>, 19 ug/m<sup>3</sup>, 7 ug/m<sup>3</sup>, 23 ug/m<sup>3</sup> y 34 ug/m<sup>3</sup> en A-02-N39; por lo que se puede observar que en dicho punto durante los 5 días de monitoreo (del 23 al 28 de octubre) los valores se encuentran por debajo del estándar de calidad ambiental (50 Ug/m<sup>3</sup>) establecido en el D.S. N° 003-2017-MINAM, llegando a cumplir la norma (ECA para aire).

Así mismo los valores obtenidos para SO<sub>2</sub> es de <3.6 ug/m<sup>3</sup> en A-02-N39; por lo que se puede deducir que en dicho punto durante los 5 días de monitoreo (del 23 al 28 de octubre) los valores se encuentran por debajo del estándar de calidad ambiental (250 Ug/m<sup>3</sup>) establecido en el D.S. N° 003-2017-MINAM, llegando a cumplir también la norma (ECA para aire).

Los valores obtenidos para NO<sub>2</sub> es de <2.5 ug/m<sup>3</sup> en A-02-N39; por lo que se puede deducir que en dicho punto durante los 5 días de monitoreo (del 23 al 27 de octubre) los valores se encuentran por debajo del estándar de calidad ambiental (200 Ug/m<sup>3</sup>) establecido en el D.S. N° 003-2017-MINAM, llegando a cumplir la norma (ECA para aire).

El valor obtenido para CO es de <300 ug/m<sup>3</sup> en A-02-N39; por lo que se puede observar que en dicho punto durante los 5 días de monitoreo (del 23 al 28



de octubre) los valores se encuentran por debajo del estándar de calidad ambiental (10000 Ug/m<sup>3</sup>) establecido en el D.S. N° 003-2017-MINAM, llegando a cumplir la norma (ECA para aire).

Los valores obtenidos para C<sub>6</sub>H<sub>6</sub> (Benceno) es de <0.038 ug/m<sup>3</sup> en A-02-N39; por lo que se puede demostrar que en dicho punto durante los 5 días de monitoreo (del 23 al 28 de octubre) los valores se encuentran por debajo del estándar de calidad ambiental (2 Ug/m<sup>3</sup>) establecido en el D.S. N° 003-2017-MINAM, llegando a cumplir la norma (ECA para aire).

Los valores obtenidos para O<sub>3</sub> (Ozono) es de <1.96 ug/m<sup>3</sup> en A-02-N39; por lo que se puede observar que en dicho punto durante los 5 días de monitoreo (del 23 al 28 de octubre) los valores se encuentran por debajo del estándar de calidad ambiental (100 Ug/m<sup>3</sup>) establecido en el D.S. N° 003-2017-MINAM, llegando a cumplir la norma (ECA para aire).

Según la tabla de los resultados promedios meteorológicos, durante los días del 23 al 28 de octubre del 2021 para el punto de monitoreo A-02-N39, se registraron valores promedio de 16.2°C, 15.56°C, 14.18°C, 14.17°C y de 14.88°C de temperatura. La humedad relativa durante los días del 23 al 28 de octubre del 2021 para el punto de monitoreo A-02-N39, se registraron valores promedio de 31.41%, 32.29%, 33.62%, 46.08% y de 47.91%.

La presión atmosférica durante los días del 23 al 28 de octubre del 2021 para el punto de monitoreo A-02-N39, se registraron valores promedio de 759.58 mm/Hg, 760.02 mm/Hg, 760.22 mm/Hg, 760.66 mm/Hg y 760.75 mm/Hg.

**B. Análisis Comparativo con las normas legales (ECA) y Línea Base (Monitoreo Basal)**

**a. Calidad de Aire I monitoreo:**

Los valores obtenidos para PM10 es de 59 ug/m<sup>3</sup> en el CA – 01 – DIC, 136 ug/m<sup>3</sup> en CA – 02- DIC; 140 ug/m<sup>3</sup> en el punto CA- 03 – DIC; 195 ug/m<sup>3</sup> en CA – 04 – DIC y en el monitoreo Basal 149 ug/m<sup>3</sup> en el punto A-02-N39 como margen de comparación; por lo tanto, 3 puntos de monitoreo de calidad de aire y el monitoreo basal se encuentran por encima del ECA (100 ug/m<sup>3</sup>), establecido en el D.S. N° 003-2017-MINAM.

Dichos resultados se justifican como posibles causas de aumento de los valores de los niveles de PM10 en los puntos ya mencionados, el aumento de la velocidad de viento durante los días de monitoreo según como se puede observar en la tabla de resultados de parámetros meteorológicos, así mismo mencionar que las vías de acceso no se encuentran pavimentadas por lo que la formación de material particulado en aire es constante, más aún con la presencia del pase continuo de vehículos de transporte. Cabe mencionar que específicamente en el punto CA- 04-DIC, a 100 metros en sentido barlovento se encuentra 2 fábricas de ladrillos artesanales, las cuales se encuentran en funcionamiento, en estos hornos usan leña, aceites usados y otros elementos de combustión para calentamiento de su horno, por lo que la generación de material particulado en este punto es de mayor concentración.

Según lo que se observa en la tabla comparativa de los resultados de calidad de aire con el monitoreo basal, los valores no han sufrido mayor aumento salvo en el punto CA – 04 – DIC, que tal como se indicó, el aumento es por la presencia y funcionamiento de 2 hornos artesanales de ladrillos.

Los valores obtenidos para PM<sub>2,5</sub> se obtienen como resultado de 51, 68, 61 ug/m<sup>3</sup> en 3 puntos de muestreo aquellos están levemente por encima del ECA (50 ug/m<sup>3</sup>), Esto se justifica como posible causa del aumento leve de los resultados por el aumento de la velocidad de viento el cual se puede evidenciar en los resultados de parámetros meteorológicos, también por el tránsito vehicular y teniendo en cuenta que la zona de intervención del proyecto es una zona no pavimentada o impermeabilizada. ), mientras el punto CA – 04 – DIC tiene como resultado 46 ug/m<sup>3</sup> indicando que está por debajo del ECA establecido en el D.S. N° 003-2017-MINAM.

Así mismo comparando los resultados del I monitoreo con el resultado del monitoreo basal, el resultado e interpretación es el mismo que con los ECA de aire; esto debido a que los puntos se encuentran cercanos a las vías de tránsito de vehículos y que dichas vías no se encuentran asfaltadas y es el lugar donde se genera la mayor cantidad de partículas suspendidas.

Los valores para Dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>) en los 4 puntos de monitoreo son menores al límite de cuantificación del método, por tanto, se encuentran por debajo de los ECA (250ug/m<sup>3</sup>) establecidos en el D.S. N° 003-2017-MINAM.

Los valores obtenidos para Dióxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>) en los 4 puntos de monitoreo son menores al límite de cuantificación del método, por lo tanto, se encuentran por debajo de los ECA (200.00 ug/m<sup>3</sup>) establecido en el D.S. N° 003-2017-MINAM.

Los valores obtenidos para Monóxido de Carbono (CO) en los 4 puntos de monitoreo son menores al límite de cuantificación del método, por lo tanto, se encuentran por debajo de los ECA (10000.00 ug/m<sup>3</sup>) establecido en el D.S. N° 003-2017-MINAM.

**b. Parámetros meteorológicos I monitoreo**

En los puntos de monitoreo se obtuvo las temperaturas promedio que iban entre los valores de 18,68°C y 20,7°C. Los valores promedio de la humedad relativa de los puntos de monitoreo fluctúan entre los valores de 21.77% y 24.29%. Los valores promedio de la presión atmosférica fluctuaron entre los 759.58 mBar y 760.67 mBar. La velocidad de viento se presentó entre el rango de 1,58 m/s a 2.66 m/s. La dirección predominante del viento se dio al ENE (Este Nor Este), S (sur) y E (Este).

**C. Análisis Comparativo con las normas legales (ECA) y Línea Base (Monitoreo Basal)**

**a. Calidad de Aire II monitoreo:**

Los valores obtenidos para PM<sub>10</sub> en los 4 puntos de monitoreo correspondiente al II monitoreo de aire se encuentran por encima del estándar de calidad ambiental (ECA) 100 ug/m<sup>3</sup>, establecido en el D.S. N° 003-2017- MINAM, donde se justifica como posibles causas de aumento de los valores de los niveles de PM<sub>10</sub>, el

aumento de la velocidad de viento durante los días de monitoreo según como se puede observar en las tablas de resultados de parámetros meteorológicos, así mismo mencionar que las vías de acceso no se encuentran pavimentadas por lo que la formación de material particulado en aire es constante, más aún con la presencia del pase continuo de vehículos de transporte. En los puntos con altos porcentaje refleja en el cambio de la calidad del aire por las actividades de excavaciones para instalación de líneas de conducción de saneamiento (desagüe) , Cabe mencionar que específicamente en el punto CA – 04- ENE a 100 metros en sentido barlovento se encuentran se encuentran 2 fábricas de ladrillos artesanales los cuales se encuentran en funcionamiento, en estos hornos usan leña, aceites usados y otros elementos de combustión para calentamiento de los hornos ya mencionados, por lo que la generación de material particulado en este punto es de mayor concentración. Según lo que se observa en la tabla comparativa de los resultados de aire en el mes de enero con el monitoreo basal, los valores han sufrido mayor aumento en los 4 puntos a comparación del mes de diciembre que tal cual como se indicó solo el punto CA – 04- DIC ha tenido mayor resultado. Los resultados del monitoreo basal se mantienen en 149 ug/m<sup>3</sup>.

Los valores obtenidos para PM 2,5 en los 4 puntos es de 64.8, 82.4, 77.8 y 61.7; se encuentran levemente por encima del ECA (50.00 ug/m<sup>3</sup>) establecido también en el D.S. 003- 2017- MINAM, superando al monitoreo basal que tiene como resultado 22 ug/m<sup>3</sup>.

Todo ello se justifica como posible causa del aumento leve de los resultados de PM<sub>2,5</sub>, es por el aumento de la velocidad de viento, también por el tránsito vehicular, excavaciones para instalación de tuberías de desagüe y teniendo en cuenta algo importante de causa que la zona en estudio es una zona no pavimentada o impermeabilizada y considerada zona industrial.

Los valores obtenidos de Dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>) fueron detectados que en los 4 puntos de monitoreo son menores al límite de cuantificación del método, por lo tanto, se encuentran por debajo de los ECA.

Los valores obtenidos de Dióxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>) y monóxido de carbono (CO) fueron detectados que en los 4 puntos de monitoreo también son menores al límite de cuantificación del método, por lo tanto, se encuentran por debajo de los ECA establecido también en el D.S. 003- 2017- MINAM. El resultado de monitoreo basal es  $se < 300$

**b. Parámetros meteorológicos II monitoreo**

En los puntos de monitoreo se obtuvo las temperaturas promedio que iban entre los valores de 18,3°C y 18,6°C. Los valores promedio de la humedad relativa de los puntos de monitoreo fluctúan entre los valores de 22% y 27%. Los valores promedio de la presión atmosférica fluctuaron entre los 759.7 mBar y 760.2 mmhg. La velocidad de viento se presentó entre el rango de 2,45 m/s a 2.73 m/s. La dirección predominante del viento se dio al ENE (Este Nor Este) y WSW (Oeste Sur Oeste).

Para entender más sobre el tema y poder analizar los resultados del estudio es imprescindible conocer lo siguiente:

Las partículas tienen en una amplia gama de tamaños y se clasifican en función de su diámetro aerodinámico en PM10 (partículas con un diámetro aerodinámico inferior a 10 micras) o PM2.5 (diámetro aerodinámico inferior a 2,5 micras). Estas últimas son más peligrosas, ya que, al ser inhaladas, pueden alcanzar las zonas periféricas de los bronquiolos y alterar el intercambio pulmonar de gases. (Murciasalud)

Las partículas finas (PM2.5) son las menores de 2.5 micras de diámetro. Estas partículas son tan pequeñas que pueden ser detectados sólo con un microscopio electrónico. Las fuentes de las partículas finas incluyen todo tipo de combustiones, incluidos los vehículos automóviles, plantas de energía, la quema residencial de madera, incendios forestales, quemas agrícolas, y algunos procesos industriales. (Murciasalud).

**Daño a la salud.** Los efectos que las partículas PM2,5 causan en la salud de las personas han estado históricamente asociados a la exacerbación de enfermedades de tipo respiratorio, tales como la bronquitis, y más recientemente también se han analizado y demostrado sus efectos sobre dolencias de tipo cardiovascular. Los últimos trabajos científicos sugieren que este tipo de contaminación, y particularmente las partículas procedentes del tráfico urbano, está asociado con incrementos en la morbi-mortalidad de la población expuesta y al creciente desarrollo del asma y alergias entre la

población infantil. Las partículas PM<sub>2,5</sub>, por tanto, se pueden acumular en el sistema respiratorio y están asociadas, cada vez con mayor consistencia científica, con numerosos efectos negativos sobre la salud, como el aumento de las enfermedades respiratorias y la disminución del funcionamiento pulmonar. (Ecologista en acción, 2008).

Las partículas pequeñas de menos de 10 micrómetros de diámetro suponen los mayores problemas, debido a que pueden llegar a la profundidad de los pulmones, y algunas hasta pueden alcanzar el torrente sanguíneo. La exposición a estas partículas puede afectar tanto a los pulmones como al corazón. Múltiples estudios científicos vincularon la exposición a la contaminación por partículas a una variedad de problemas, que incluye:

- Muerte prematura en personas con enfermedades cardíacas o pulmonares
- Infartos de miocardio no mortales
- Latidos irregulares
- Asma agravada
- Función pulmonar reducida
- Síntomas respiratorios aumentados, como irritación en las vías respiratorias, tos o dificultad para respirar. (EPA, 2023)

**Daño ambiental** El viento puede transportar las partículas a través de largas distancias y luego, estas pueden instalarse en el suelo o el agua. Según la composición química, los efectos de esta sedimentación pueden provocar:



- Que los lagos y arroyos se vuelvan ácidos
- Cambio en el balance nutricional de las aguas costeras y de las grandes cuencas fluviales
- Reducción de los nutrientes del suelo
- Daño en los bosques sensibles y cultivos agrícolas
- Efectos perjudiciales sobre la diversidad de ecosistemas
- Contribución a los efectos de la lluvia ácida. (EPA, 2023).

## **CONCLUSIONES**

El presente estudio llega a las siguientes conclusiones:

### **A. SOBRE EL MONITOREO BASAL**

- Los valores obtenidos para PM10 según los resultados en dicho punto de monitoreo se encuentran por encima del estándar de calidad ambiental (100 Ug/m<sup>3</sup>) establecido en el D.S. N° 003-2017-MINAM, por tanto, no cumple la norma ambiental (ECA para aire) debido a las actividades propias del proyecto.
- Los valores obtenidos para PM2.5, SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, CO, C<sub>6</sub>H<sub>6</sub> (Benceno) y O<sub>3</sub> (Ozono) según los resultados obtenidos del monitoreo efectuado, se puede observar y demostrar que en dicho punto los valores se encuentran por debajo del estándar de calidad ambiental establecido en el D.S. N° 003-2017-MINAM, llegando a cumplir estos parámetros la norma (ECA para aire).

### **B. SOBRE EL ANÁLISIS COMPARATIVO CON LAS NORMAS LEGALES (ECA) Y LÍNEA BASE (Monitoreo Basal)**

#### **CALIDAD DE AIRE I MONITOREO:**

- En el I monitoreo los valores obtenidos para PM10 y el monitoreo Basal como margen de comparación; se obtuvo que en 3 puntos de monitoreo de calidad de aire (CA – 02- DIC; CA- 03 – DIC y CA – 04 – DIC) y el monitoreo basal se encuentran por encima del ECA para aire, establecido en el D.S. N° 003-2017-MINAM. Dichos resultados se justifican como posibles causas de aumento de los valores de PM10, al aumento de la velocidad de viento durante los días de monitoreo, así mismo mencionar que las vías de acceso no se encuentran pavimentadas por lo que la formación de material particulado en aire es constante, más aún con la presencia del pase continuo de vehículos de transporte. Cabe mencionar que

específicamente en el punto CA- 04-DIC, a 100 metros en sentido barlovento se encuentra 2 fábricas de ladrillos artesanales, las cuales se encuentran en funcionamiento, en estos hornos usan leña, aceites usados y otros elementos de combustión para calentamiento de su horno, por lo que la generación de material particulado en este punto es de mayor concentración. Por tanto, según lo que se observa en la tabla comparativa de los resultados de calidad de aire con el monitoreo basal, los valores no han sufrido mayor aumento salvo en el punto CA – 04 – DIC.

- En el I monitoreo los valores obtenidos para PM<sub>2,5</sub> y el monitoreo Basal como margen de comparación; se obtuvo que en 3 puntos de monitoreo de calidad de aire (CA – 02- DIC; CA- 03 – DIC y CA – 04 – DIC) y el monitoreo basal se encuentran levemente por encima del ECA para aire, establecido en el D.S. N° 003-2017-MINAM. A esto se puede justificar como posible causa del aumento leve de los resultados por el aumento de la velocidad de viento, también por el tránsito vehicular y teniendo en cuenta que la zona de intervención del proyecto es una zona no pavimentada o impermeabilizada. Por tanto, comparando los resultados del I monitoreo con el resultado del monitoreo basal, se puede verificar que se tiene una moderada alza de los valores en este parámetro por las razones ya mencionadas anteriormente.
- Los valores para SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub> y CO en los 4 puntos de monitoreo son menores al límite de cuantificación del método, por tanto, se encuentran por debajo de los ECA establecidos en el D.S. N° 003-2017-MINAM, encontrándose cumpliendo la norma ECA para aire.

## **C. SOBRE EL ANÁLISIS COMPARATIVO CON LAS NORMAS LEGALES (ECA) Y LÍNEA BASE (Monitoreo Basal)**

### **CALIDAD DE AIRE II MONITOREO:**

- Los valores obtenidos para PM10 en los 4 puntos de monitoreo correspondiente al II monitoreo de aire se encuentran por encima del estándar de calidad ambiental (ECA), establecido en el D.S. N° 003-2017- MINAM, donde se justifica también como posibles causas de aumento de los valores de los niveles de PM10, al aumento de la velocidad de viento durante los días de monitoreo, así mismo mencionar que las vías de acceso no se encuentran pavimentadas formando de material particulado constantemente, por la presencia del pase continuo de vehículos de transporte y por las razones ya mencionadas anteriormente. Según lo que se observa en la tabla comparativa de los resultados de aire en el mes de enero con el monitoreo basal, los valores han sufrido un mayor aumento en los 4 puntos a comparación del mes de diciembre, donde solo el punto CA – 04- DIC ha tenido mayor resultado, por las razones ya mencionadas.
- En este II monitoreo los valores obtenidos para PM 2,5 muestran que los 4 puntos de monitoreo se encuentran levemente por encima del ECA establecido también en el D.S. 003- 2017- MINAM, así también se observan los resultados al mes anterior y superando al monitoreo basal, todo ello se justifica también a las razones ya explicadas anteriormente.
- En esta ocasión también los valores obtenidos de SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub> y CO detectados en los 4 puntos de monitoreo son menores al límite de cuantificación del método, por lo tanto, se encuentran por debajo de los ECA para aire y llegándose a cumplir la norma.

- En conclusión respondiendo a la hipótesis general del estudio podemos demostrar y aceptar la hipótesis según los resultados y el análisis comparativo realizado con el monitoreo basal y la norma ambiental ECA para aire, que las actividades de la obra de saneamiento “Creación de los sistemas de agua potable dependientes del reservorio N39 y alcantarillado sanitario del distrito de Cerro Colorado - Arequipa” afectan de manera leve a moderada en el comportamiento de los parámetros de la calidad del aire de la zona de estudio.
- Según las hipótesis específicas planteadas podemos demostrar y aceptar que el comportamiento del monitoreo de la calidad de aire en la obra de saneamiento es inadecuado y no cumplen con los ECA para aire, así mismo del comportamiento del Monitoreo Basal comparado con los monitores I y II, existiendo cierta diferencia significativa y que llegan a no cumplir los ECA.

## **RECOMENDACIONES**

1. Se recomienda a los entes gobernantes de la obra “Creación de los sistemas de agua potable dependientes del reservorio N°39 y alcantarillado del Distrito de Cerro Colorado, Provincia, Departamento y Región de Arequipa” a continuar con los monitoreos mensuales con la finalidad de poder identificar el grado de comportamiento que tienen los parámetros en la calidad de aire de la zona de estudio.
2. Una de las formas de poder minimizar la presencia de PM10 y PM2.5 es lograr realizar actividades neutralizantes de producción de material particulado y uno de ellos es pavimentar las vías de acceso a la obra, controlar el polvo que se genera a través de un riego continuo de estas y buscar otros medios de minimización o reducción de material particulado.
3. Lograr disminuir o controlar la presencia del pase continuo de vehículos de transporte cuando exista mucha cantidad de polvo.
4. Se recomienda a los directivos de la obra a buscar soluciones específicamente en el punto CA- 04-DIC, a 100 metros en sentido barlovento ya que se encuentra 2 fábricas de ladrillos artesanales, las cuales se encuentran en funcionamiento, en estos hornos usan leña, aceites usados y otros elementos de combustión para calentamiento de su horno, por lo que la generación de material particulado en este punto es de mayor concentración, logrando entonces concientizar a los responsables de estas actividades contaminantes a buscar otras formas menos contaminantes y de esta manera disminuir el material particulado generado en este punto de monitoreo.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ballester, F. (2005). Contaminación atmosférica, cambio climático y salud. *Revista Española de Salud Pública*, 79(2), 159-175.  
[https://doi.org/https://www.oefa.gob.pe/?wpfb\\_dl=13978.8](https://doi.org/https://www.oefa.gob.pe/?wpfb_dl=13978.8)
- Barrientos, A., & Espinoza, L. (2021). *Evaluación de la calidad del aire por la emisión de material particulado en la construcción de pistas y veredas del Jirón Odonovan–Huancavelica, 2021 [Tesis de grado, Universidad Nacional de Huancavelica]*. Repositorio Institucional.  
<http://repositorio.unh.edu.pe/handle/UNH/4172>
- Bickerstaff, K., & Walker, G. (2003). The place(s) of matter: matter out of place - public understandings of air pollution. *Progress Human Geography*, 27, 54.
- Canales, G. (2019). *Monitoreo y evaluación de los gases monóxido de carbono (CO), dióxido de carbono (CO2), hidrogeno sulfurado (H2S) presentes en el distrito de Alto Selva Alegre - Arequipa [Tesis de maestria, Universidad Nacional de San Agustín]*. Repositorio Institucional.  
<http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/10265>
- Castiblanco, C., & Cañon, N. (2019). *Prototipo de bajo costo para monitoreo de calidad del aire en ambientes interiores [Tesis de grado, Universidad Piloto de Colombia]*. Repositorio Institucional.  
<http://repository.unipiloto.edu.co/handle/20.500.12277/4880>
- Conferencia sobre población y desarrollo en El Cairo. (1994). United Nations Population Information Network (POPIN). Informe de la Conferencia Internacional sobre la Población y el Desarrollo (El Cairo, 5 a 13 de septiembre de 1994) [Internet]. New York: POPIN. Obtenido de <http://www.un.un.org/popin/icpd/conference/offspa/sconf13.html>

Condori, P. (2020) Niveles de investigación. Curso taller. Disponible en:

<https://www.aacademica.org/cporfirio/17>

D.S No 003-2017. (2019). MINAN. *Aprueban Estandares de Calidad Ambiental (ECA)*

*para Aire y establecen Disposiciones Complementarias*. El Peruano.

file:///C:/Users/aliss/Downloads/ds-003-2017-minam.pdf

Declaración de Liverpool. (1988). World Health Organization. International

Association for Dental Research. European Association of Dental Public Health.

The Liverpool Declaration: promoting oral health in the 21st century. Obtenido

de <http://bit.ly/2.com>

De la Mora, F. (2016) Código de ética de investigación científica y tecnológica.

Universidad tecnológica Intercontinental (UTIC). Disponible en:

[https://www.utic.edu.py/investigacion/index.php/reglamentos/codigo-de-etica-](https://www.utic.edu.py/investigacion/index.php/reglamentos/codigo-de-etica-de-investigacion-cientifica-y-tecnologica#:~:text=La%20C3%A9tica%20de%20investigaci%C3%B3n%20cient%C3%ADfica,el%20campo%20de%20la%20ciencia)

[de-investigacion-cientifica-y-](https://www.utic.edu.py/investigacion/index.php/reglamentos/codigo-de-etica-de-investigacion-cientifica-y-tecnologica#:~:text=La%20C3%A9tica%20de%20investigaci%C3%B3n%20cient%C3%ADfica,el%20campo%20de%20la%20ciencia)

[tecnologica#:~:text=La%20C3%A9tica%20de%20investigaci%C3%B3n%20](https://www.utic.edu.py/investigacion/index.php/reglamentos/codigo-de-etica-de-investigacion-cientifica-y-tecnologica#:~:text=La%20C3%A9tica%20de%20investigaci%C3%B3n%20cient%C3%ADfica,el%20campo%20de%20la%20ciencia)

[cient%C3%ADfica,el%20campo%20de%20la%20ciencia](https://www.utic.edu.py/investigacion/index.php/reglamentos/codigo-de-etica-de-investigacion-cientifica-y-tecnologica#:~:text=La%20C3%A9tica%20de%20investigaci%C3%B3n%20cient%C3%ADfica,el%20campo%20de%20la%20ciencia)

Ecologista en acción (2008) ¿Qué son las PM<sub>2,5</sub> y cómo afectan a nuestra salud?,

revista n° 58. Disponible en: [https://www.ecologistasenaccion.org/17842/que-](https://www.ecologistasenaccion.org/17842/que-son-las-pm25-y-como-afectan-a-nuestra-salud/#:~:text=Las%20part%C3%ADculas%20PM2%2C5%2C%20por,la%20di)

[son-las-pm25-y-como-afectan-a-nuestra-](https://www.ecologistasenaccion.org/17842/que-son-las-pm25-y-como-afectan-a-nuestra-salud/#:~:text=Las%20part%C3%ADculas%20PM2%2C5%2C%20por,la%20di)

[salud/#:~:text=Las%20part%C3%ADculas%20PM2%2C5%2C%20por,la%20di](https://www.ecologistasenaccion.org/17842/que-son-las-pm25-y-como-afectan-a-nuestra-salud/#:~:text=Las%20part%C3%ADculas%20PM2%2C5%2C%20por,la%20di)

[sminuci%C3%B3n%20del%20funcionamiento%20pulmonar](https://www.ecologistasenaccion.org/17842/que-son-las-pm25-y-como-afectan-a-nuestra-salud/#:~:text=Las%20part%C3%ADculas%20PM2%2C5%2C%20por,la%20di)

Enriquez, J. (2021). *Caracterización del material particulado para la evaluación de la*

*calidad del aire en el ovalo San Lázaro - Arequipa [Tesis de grado, Universidad*

*Cesar Vallejo]*. UCV-Institucional. <https://hdl.handle.net/20.500.12692/82949>



- EPA (2023) Efectos del material particulado (PM) sobre la salud y el medioambiente.  
Disponible en: <https://espanol.epa.gov/espanol/efectos-del-material-particulado-pm-sobre-la-salud-y-el-medioambiente>
- Finol, W.; Hernández, O. & Ocando, M. (2019) Consideraciones epistemológicas del saber ambiental, Artículo: Universidad del Zulia, Venezuela.
- Guadarrama, P. (2003 - 2008) Fundamentos filosóficos y epistemológicos de la investigación. Disponible en:  
[https://www.archivochile.com/Ideas\\_Autores/guadarramapg/guadarramapg00012.pdf](https://www.archivochile.com/Ideas_Autores/guadarramapg/guadarramapg00012.pdf)
- Hernández, R., Fernadez, C., & Baptista, M. (2014). *Metodología de la Investigación* (Sexta edición ed.). McGraw-Hill.
- Huaranca, A. (2018). *Manejo y gestión de la calidad de aire monitoreando constantemente la carretera central [Tesis de grado, Universidad Nacional de Educación Enrique Guzmán y Valle]*. Repositorio Institucional.  
<http://repositorio.une.edu.pe/handle/20.500.14039/4663>
- INEI. (2016). *Instituto Nacional de Estadísticas e Informatica*. Glosario de estadísticas del medio ambiente de las Naciones Unidas:  
[https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones\\_digitales/Est/Lib1416/index.html](https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1416/index.html)
- INEI. (2022). Estadísticas Ambientales octubre.  
<https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/boletines/11-informe-tecnico-estadisticas-ambientales-oct-2022.pdf>
- Irwin, A. (1999). Faulty environments and risk reasoning: the local understandings of industrial hazards. *Environment and Planning A.*, 31, 1311-1326.

Junco, C. (2020). *Creación de una línea de negocio, cuyo objeto es el mejoramiento en la calidad del aire en proyectos de construcciones sostenibles. caso de estudio: cubo de Colsubsidio como construcción sostenible [Trabajo de grado, Universidad Católica de Colombia]*. Repositorio Institucional.  
<https://hdl.handle.net/10983/24463>

Keyence (2023) Fundamentos de medición. Disponible en:

<https://www.keyence.com.mx/ss/products/measure-sys/measurement-selection/environment/calibration.jsp#:~:text=La%20calibraci%C3%B3n%20significa%20utilizar%20un,medici%C3%B3n%20y%20el%20valor%20verdadero>

Ley 28611. (2005). MINAN. *Ley General del Ambiente*. El Peruano.

<https://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2013/06/ley-general-del-ambiente.pdf>

Leff, E. (1998). *Saber ambiental*. Madrid, España. Siglo XXI editores, S.A.

Leff, E. (2011). *Aventuras de la epistemología ambiental*. México. Siglo XXI editores, S.A.

MINAN. (2009). *Armonización de redes de monitoreo de calidad de aire*.

MINAN. (2012). *Glosario de Términos para la Gestión Ambiental Peruana*. Ministerio del Ambiente. *Glosario de términos para la Gestión Ambiental Peruana*:

<http://siar.minam.gob.pe/puno/sites/default/files/archivos/public/docs/504.pdf>

Montejo, A., Ormachea, K., & Diaz, L. (2019). *Estudio de la calidad de aire para un desarrollo sostenible de los pobladores del distritos de Tiabaya - Arequipa Perú [Tesis de grado, Universidad Autónoma San Francisco]*. Repositorio Institucional. <http://repositorio.uasf.edu.pe/handle/UASF/265>

- Montoya, C. (2013). *Informe final de calidad del aire en el Valle de Aburra*. Area Metropolitana del Valle de aburra.
- Morales, L. (2019). *Evaluación de la concentración del PM10 y determinación de su composición química por ICP – MS en cuatro estaciones de muestreo de la ciudad de Arequipa [ Tesis de grado, Universidad Nacional de San Agustín]*. Repositorio Institucional. <http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/11235>
- Murciasalud, Materia particulada (PM10 y PM2,5). Disponible en:  
<https://www.murciasalud.es/pagina.php?id=244308&idsec=1573#>
- Najar, S. (2021). *Calidad del aire y construcción de un centro de almacenamiento ubicado en el Centro poblado Santa María de Huachipa [Tesis de grado, Universidad Cesar Vallejo]*. UCV-Institucional.  
<https://hdl.handle.net/20.500.12692/88892>
- Nevers, N. (1998). *Ingeniería de control de la contaminación del aire*. Mexico: McGraw-Hill.
- OEFA. (2015). Instrumentos básicos para la fiscalización ambiental. I.  
[https://www.oefa.gob.pe/?wpfb\\_dl=13978.8](https://www.oefa.gob.pe/?wpfb_dl=13978.8)
- OMS. (2021). *Organización Mundial de la Salud*. Contaminación del aire ambiente (exterior): [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. (2021). *Organización Mundial de la Salud*. Contaminación atmosférica:  
[https://www.who.int/es/health-topics/air-pollution#tab=tab\\_1](https://www.who.int/es/health-topics/air-pollution#tab=tab_1)
- OMS. (2021). *Organización Mundial de la Salud*. Contaminación Atmosférica:  
[https://www.who.int/es/health-topics/air-pollution#tab=tab\\_1](https://www.who.int/es/health-topics/air-pollution#tab=tab_1)
- Paez, P., Cogliati, M., & Giacosa, R. (2017). Estudio de calidad del aire en canteras a cielo abierto en General Roca, Argentina. *Boletín Geográfico*((39)), 53-71.

<https://doi.org/http://relibro.uncoma.edu.ar/index.php/geografia/article/view/175>

8

Porta, A., Sanchez, E., & Colman, J. (2018). *Calidad del aire monitoreo y modelamiento de contaminantes atmosfericos. Efectos en la salud publica.*

Editorial de la Universidad Nacional de La Plata.

<http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/73756>

QuestionPro (2023) Método deductivo: Qué es y cuál es su importancia. Disponible en:

[https://www.questionpro.com/blog/es/metodo-](https://www.questionpro.com/blog/es/metodo-deductivo/#:~:text=El%20m%C3%A9todo%20deductivo%20se%20apoya,da%20en%20circunstancias%20m%C3%A1s%20generales.)

[deductivo/#:~:text=El%20m%C3%A9todo%20deductivo%20se%20apoya,da%20en%20circunstancias%20m%C3%A1s%20generales.](https://www.questionpro.com/blog/es/metodo-deductivo/#:~:text=El%20m%C3%A9todo%20deductivo%20se%20apoya,da%20en%20circunstancias%20m%C3%A1s%20generales.)

Rodriguez, L. S. (s.f.).

Rodriguez, L., Sierra, R., & Blanco, L. (2020). Análisis espacial de las concentraciones de PM<sub>2,5</sub> en Bogotá según los valores de las guías de la calidad del aire de la Organización Mundial de la Salud para enfermedades cardiopulmonares, 2014-2015. *Biomédica*, 40(1), 137-152.

<https://doi.org/https://doi.org/10.7705/biomedica.4719>

Robles, E. (2020) La contaminación del aire por material particulado y su relación con las enfermedades de tipo respiratorio en la población de Cerro de Pasco, 2010 y 2016. [Tesis de grado, Universidad Nacional Mayor de San Marcos]

[https://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12672/11675/Robles\\_me.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12672/11675/Robles_me.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Sánchez, C., & Bautista, M. (2019). *Evaluación de la calidad del aire (PM<sub>10</sub> y PM<sub>2.5</sub>) en relación a los parámetros meteorológicos (temperatura, humedad relativa y velocidad de viento) en el sector Cercado- Tarapoto, 2018 [Tesis de grado,*

*Universidad Peruana Unión*]. UPEU-Tesis.

<http://hdl.handle.net/20.500.12840/2012>

Sánchez, H. & Reyes, C. (1984; 2017). Metodología y diseños en la investigación científica. Business Support Aneth

Suclla, M. (2020). *Evaluación de la calidad del aire empleando la especie “Morus alba” como bioindicador de contaminación por material particulado PM10 en los distritos de Paucarpata, Uchumayo y Yura, Arequipa - 2018 [Tesis de grado, Universidad Católica de Santa María]*. Repositorio Institucional.

<http://tesis.ucsm.edu.pe/repositorio/handle/UCSM/9791>

Zevallos, Y. (2022). *Evaluación de la calidad del aire y suelo, como propuesta para la implementación de Celdas Transitorias en el Distrito de Santa Rosa de Sacco – Provincia de Yauli – Región Junín – 2021 [Tesis de grado, Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión]*. Repositorio Institucional.

<http://repositorio.undac.edu.pe/handle/undac/2576>

## **ANEXOS**

**ANEXO I**  
**INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN**  
**ESTÁNDARES DE CALIDAD AMBIENTAL (ECA) PARA AIRE**

<b>PARÁMETROS</b>	<b>PERÍODO</b>	<b>VALOR (ug/ m<sup>3</sup>)</b>	<b>CRITERIOS DE EVALUACIÓN</b>	<b>MÉTODO DE ANÁLISIS<sup>(1)</sup></b>
Benceno (C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> )	Anual	<b>2</b>	Media aritmética anual	Cromatografía de gases
Dióxido de Azufre (SO <sub>2</sub> )	24 horas	<b>250</b>	NE más de 7 veces al año	Fluorescencia ultravioleta (método automático)
Dióxido de Nitrógeno (NO <sub>2</sub> )	1 hora	<b>200</b>	NE más de 24 veces al año	Quimioluminiscencia (método automático)
	Anual	<b>100</b>	Media aritmética anual	
Material Particulado PM <sub>2.5</sub>	24 horas	<b>50</b>	NE más de 7 veces al año	Separación inercia/filtración (gravimetría)
	Anual	<b>25</b>	Media aritmética anual	
Material Particulado PM <sub>10</sub>	24 horas	<b>100</b>	NE más de 7 veces al año	Separación inercia/filtración (gravimetría)
	Anual	<b>50</b>	Media aritmética anual	
Monóxido de Carbono (CO)	1 hora	<b>30000</b>	NE más de 1 vez al año	Infrarrojo no dispersivo (NDIR) (Método automático)
	8 horas	<b>10000</b>	Media aritmética móvil	
Ozono (O <sub>3</sub> )	8 horas	<b>100</b>	Máxima media diaria NE más de 24 veces al año	Fotometría de absorción ultravioleta (Método automático)

**NE: No Exceder**

**(1) Método equivalente aprobado.**

Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Aire y establecen disposiciones complementarias, mediante el Decreto Supremo N°003-2017-MINAM publicado el 7 de junio del 2017.

## ANEXO II

### MATRIZ DE CONSISTENCIA

PROBLEMA GENERAL	OBJETIVOS	VARIABLES	HIPÓTESIS	INDICADORES	METODOLOGÍA
<p><b>Problema General.</b></p> <p>¿Cómo afectan las actividades de la obra de saneamiento “Creación de los sistemas de agua potable dependientes del reservorio N39 y alcantarillado sanitario del distrito de Cerro Colorado - Arequipa” en el comportamiento de los parámetros de la calidad del aire?</p> <p><b>Problemas Específicos</b></p> <p>- ¿Cuál es el comportamiento del monitoreo de la calidad de aire en la obra de saneamiento y su grado de cumplimiento a los ECA para aire?</p> <p>- ¿Cuál es el comportamiento del Monitoreo Basal de la calidad de aire en la obra de saneamiento?</p> <p>- ¿Cuál es el comportamiento</p>	<p><b>Objetivo General</b></p> <p>Identificar y establecer cómo afectan las actividades en los parámetros de la calidad de aire en la obra de saneamiento: Creación de los sistemas de agua potable dependientes del reservorio N39 y alcantarillado sanitario del distrito de cerro colorado – Arequipa, en el comportamiento de los parámetros de la calidad del aire.</p> <p><b>Objetivos Específicos</b></p> <p>- Identificar cuál es el comportamiento del monitoreo de la calidad de aire en la obra de saneamiento y su grado de cumplimiento a los ECA para aire.</p> <p>- Determinar cuál es el</p>	<p>El presente estudio por las características investigativas presenta una sola variable y se denomina Univariable y es el siguiente:</p> <p><b>Univariabilidad:</b></p> <p>Evaluación del monitoreo de Calidad de Aire de la obra de saneamiento: Creación de los sistemas de agua potable dependientes del reservorio N°39 y alcantarillado del Distrito de Cerro Colorado - Arequipa – 2022.</p>	<p><b>Hipótesis general:</b></p> <p>Las actividades de la obra de saneamiento “Creación de los sistemas de agua potable dependientes del reservorio N39 y alcantarillado sanitario del distrito de Cerro Colorado - Arequipa” afectan de manera leve a moderada en el comportamiento de los parámetros de la calidad del aire.</p> <p><b>Hipótesis Específicos:</b></p> <p>- El comportamiento del monitoreo de la calidad de aire en la obra de saneamiento es inadecuada y no cumplen con los ECA para aire.</p>	<p>- Afectación grave</p> <p>- Afectación moderada</p> <p>- Afectación leve</p> <p>- Los parámetros evaluados cumplen los ECAs y comportamiento adecuado.</p> <p>- Los parámetros evaluados No cumplen los ECAs y su comportamiento es inadecuado.</p>	<p><b>Tipo de Investigación</b></p> <p>Se considera como tipo de investigación al Descriptivo, enmarcando en hechos reales suscitadas en la obra, evaluando e interpretando las características de los resultados emitidos con la normativa ambiental para el caso (ECA).</p> <p>Así mismo es una investigación analítica, porque a partir de los datos obtenidos se analiza y comparan los resultados. La meta es detallar como son y cómo se manifiestan, buscando detallar las características, propiedades y perfiles de los procesos de la investigación (Hernández et al, 2014).</p> <p><b>Nivel de investigación</b></p> <p>El estudio es de nivel descriptivo porque el propósito es describir los eventos que se presentan en el estudio, es decir cómo es y cómo</p>



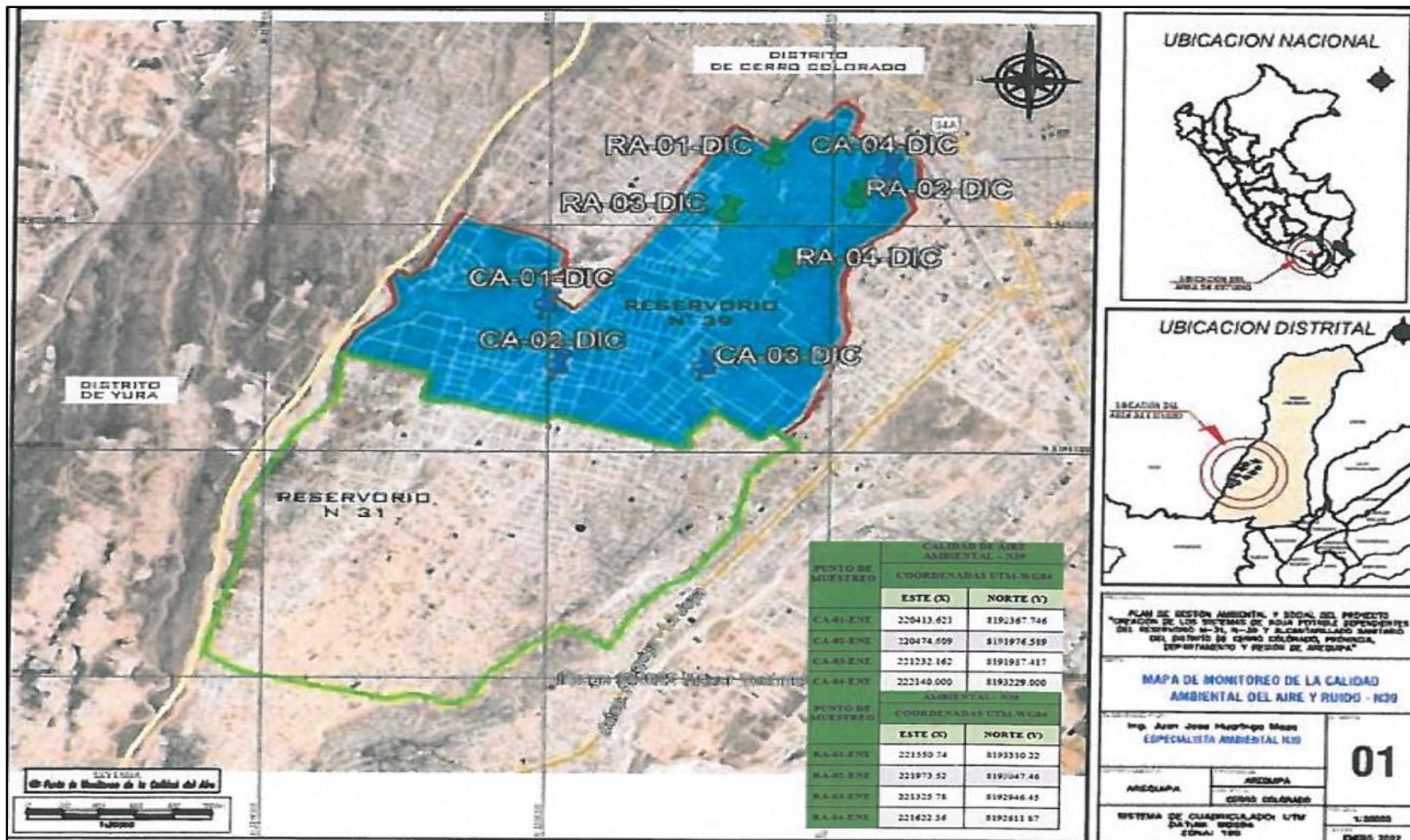
<p>del Monitoreo Basal de la calidad de aire en la obra se saneamiento comparado con los monitores I y II?</p>	<p>comportamiento del Monitoreo Basal de la calidad de aire en la obra se saneamiento.</p> <p>- Establecer cuál es el comportamiento del Monitoreo Basal de la calidad de aire en la obra se saneamiento comparado con los monitores I y II.</p>		<p>- El comportamiento del Monitoreo Basal de la calidad de aire en la obra se saneamiento es inadecuado.</p> <p>- En el comportamiento del Monitoreo Basal de la calidad de aire en la obra se saneamiento comparado con los monitores I y II, existe cierta diferencia significativa.</p>	<p>- Comportamiento del monitoreo basal es inadecuado</p> <p>- Comportamiento del monitoreo basal es adecuado.</p> <p>- Existe cierta diferencia significativa entre el monitoreo basal y el I y II monitoreo de calidad de aire.</p> <p>- No existe cierta diferencia significativa entre el monitoreo basal y el I y II monitoreo de calidad de aire.</p>	<p>se manifiesta determinado fenómeno, para luego ser comparado con la normativa ambiental (ECA para aire) realizando un análisis de su comportamiento e identificar su cumplimiento a esta norma legal ambiental.</p> <p><b>Diseño de la investigación</b></p> <p>El presente estudio de investigación tiene como diseño de ser No experimental, ya que se utilizarán los resultados del monitoreo tal y como se presentan o se registran los hechos en su ambiente habitual, para luego ser analizados y confrontados con la normativa ambiental (ECA para aire).</p> <p>El diseño de la investigación es No Experimental-Transversal con un alcance de tipo descriptivo porque se centra en una o más variables que no pueden ser manipuladas o cambiadas, solo se describen como se encontraron los hechos en la realidad., se analizan o se relacionan las</p>
--	--	--	---	---	---

					variables en un momento dado, se determina el tiempo, la ubicación y se evalúa donde se realiza el problema, situación, evento, etc. Proporcionando su descripción, la hipótesis también son descriptivas si lo hubiese (Hernández et al, 2014).
--	--	--	--	--	--

*Fuente: Elaboración propia*

### ANEXO III PANEL FOTOGRAFICO

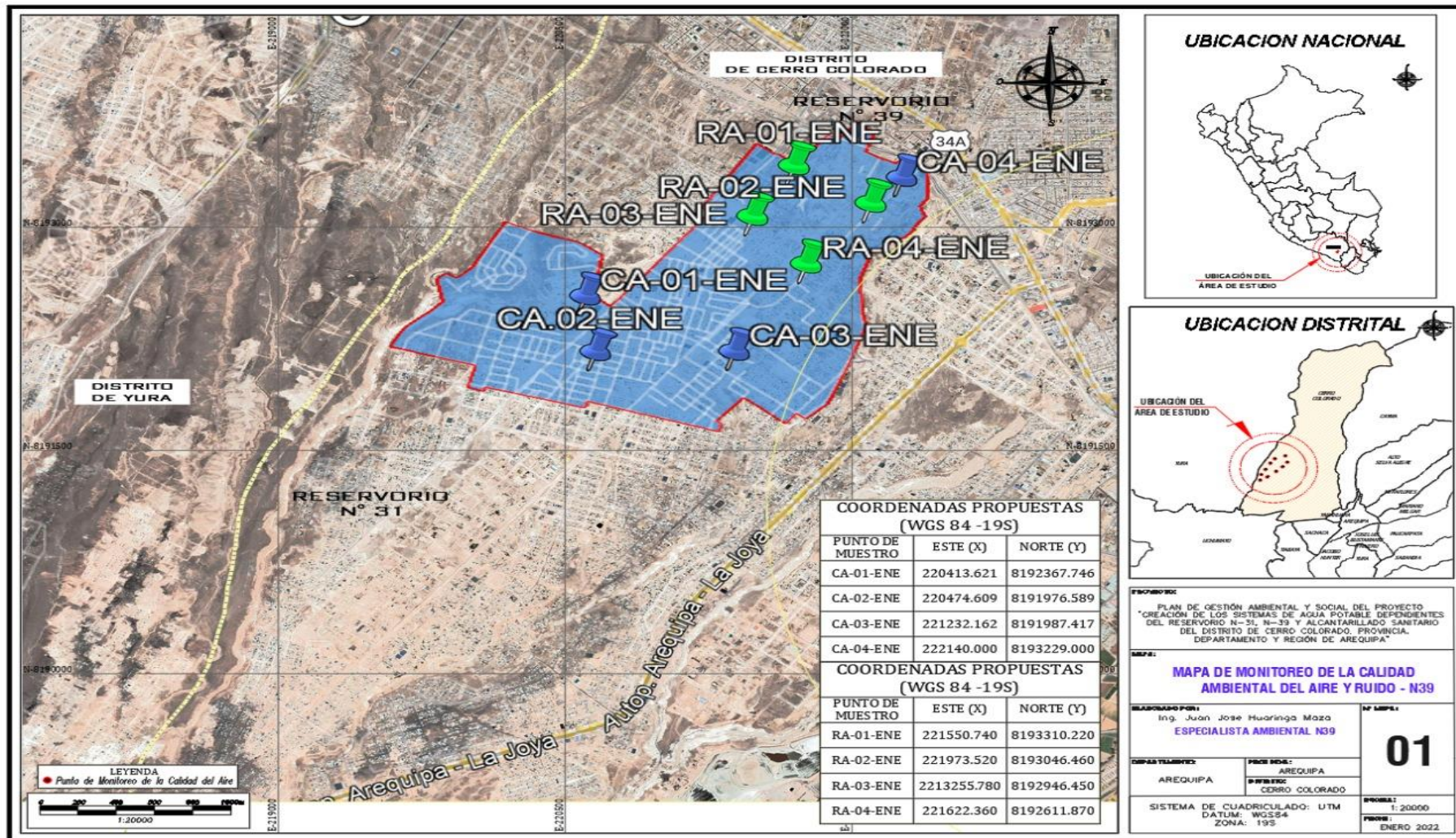
Imagen 1: Ubicación de las Estaciones de Monitoreo de la Calidad de Aire - I Monitoreo



Fuente: Google Earth pegado a Autocad



Imagen 2: Ubicación de las Estaciones de Monitoreo de la Calidad de Aire - II Monitoreo



Fuente: Google Earth pegado a Autocad



**Imagen 3: Monitoreo basal de la Calidad del Aire – Sector N39**



**Imagen 4: Verificación de equipo de monitoreo de aire, que mide material particulado PM 2.5**



**Imagen 5: Primer Monitoreo ambiental de calidad de aire CA-03-DIC**



**Imagen 6: Colocación de filtro para PM2.5**



**Imagen 7: Muestreo de gases**



**Imagen 8: Segundo Monitoreo Calidad del Aire CA-01-ENE**



**Imagen 9: Retiro del filtro de PM 10**



**Imagen 10: muestreo de gases**

