

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



T E S I S

Comportamiento de los parámetros del monitoreo de calidad de aire y ruido ambiental de la obra de saneamiento y alcantarillado sanitario del distrito de Cerro Colorado – Arequipa, en cumplimiento a los ECA - 2022

Para optar el título profesional de:

Ingeniero Ambiental

Autor:

Bach. Noelia Mercedes ARCE QUISPE

Asesor:

Dr. Luis Alberto PACHECO PEÑA

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

Comportamiento de los parámetros del monitoreo de calidad de aire y ruido ambiental de la obra de saneamiento y alcantarillado sanitario del distrito de Cerro Colorado – Arequipa, en cumplimiento a los ECA - 2022

Sustentada y aprobada ante los miembros del jurado:

Dr. Eleuterio Andrés ZAVALETA SANCHEZ

PRESIDENTE

Dr. David Johnny CUYUBAMBA ZEVALLOS

MIEMBRO

Ing. Miguel Ángel BASUALDO BERNUY

MIEMBRO



Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión

Facultad de Ingeniería

Unidad de Investigación

INFORME DE ORIGINALIDAD N° 058-2024-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:

“COMPORTAMIENTO DE LOS PARÁMETROS DEL MONITOREO DE CALIDAD DE AIRE Y RUIDO AMBIENTAL DE LA OBRA DE SANEAMIENTO Y ALCANTARILLADO SANITARIO DEL DISTRITO DE CERRO COLORADO – AREQUIPA, EN CUMPLIMIENTO A LOS ECA - 2022”

Apellidos y nombres de los tesistas:

Bach. ARCE QUISPE, Noelia Mercedes

Apellidos y nombres del Asesor:

Dr. PACHECO PEÑA, Luis

Escuela de Formación Profesional

Ingeniería Ambiental

Índice de Similitud

21%

APROBADO

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

Cerro de Pasco, 16 de febrero del 2024


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

DEDICATORIA

Dedico este proyecto a mis padres por su amor y apoyo incondicional, por impulsarme a ser mejor cada día, por todos sus consejos y por siempre acompañarme en todo momento. A mis hermanos, que junto a nuestros padres han sido un gran apoyo y fuente de inspiración para este trabajo, y porque son un gran ejemplo para mí. A mi abuela Antolina que desde el cielo me acompaña en todo momento, porque desde siempre me ha dado su bendición en cada paso que di, por todo el cariño y fuerzas que me brinda

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por ayudarme a cumplir esta meta, a mis padres por el apoyo en todo nivel y a mi asesor por brindarme sus conocimientos.

Gracias.

RESUMEN

Diversos estudios experimentales, así como estudios epidemiológicos en humanos, claramente han señalado que la exposición a contaminantes en el aire ambiental está asociada con una amplia gama de efectos adversos (agudos y crónicos), que afectan la calidad de vida de la población general y de los grupos vulnerables, principalmente los niños, mujeres en gestación y adultos mayores, sobre todo si padecen de enfermedades preexistentes. (Gobierno de México, 2021) La Organización Mundial de la Salud (OMS) se refiere de la contaminación acústica como la presencia de ruido o vibraciones en el ambiente que tienen un efecto negativo tanto en la salud de las personas como en la conservación de la naturaleza y el medio ambiente. (AQUAE Fundación, 2023)

La presente investigación se llevó a cabo en el distrito de Cerro Colorado, Provincia, Departamento y Región de Arequipa, existiendo un alto grado de concentración de material particulado (PM10 y PM2,5) como también SO₂, NO₂, CO y alta intensidad de ruido ambiental 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 ciertos problemas de contaminación a la calidad del aire y ruido de la zona en estudio, ocasionando el deterioro del medio ambiente y posibles problemas a la salud pública de los pobladores aledaños a la zona.

Así, mismo el estudio pretende realizar la recopilación del monitoreo de la calidad del aire y ruido ambiental de la obra ya mencionada, con la finalidad de poder analizar cada resultado obtenido y comparado con la normativa ambiental vigente en busca de determinar su grado de cumplimiento a estas normas ambientales y dar el seguimiento de la calidad de los diferentes factores ambientales como el aire y ruido en este caso que

podrían verse afectados durante la ejecución del mencionado proyecto, durante el desarrollo de las diferentes etapas del proyecto y podrían generar problemas de salud y daños ambientales en la zona de estudio.

Por tanto esta investigación ha tenido como objetivo principal el de identificar y establecer el comportamiento de los parámetros del monitoreo de calidad de aire y ruido ambiental de la obra de Saneamiento y Alcantarillado sanitario del distrito de Cerro Colorado – Arequipa, en el cumplimiento a los ECA; y para dar cumplimiento a este objetivo se recopilaron los resultados del monitoreo basal y II monitoreo de la calidad de aire y ruido ambiental, para luego poder ser analizada en cuanto a su comportamiento y la causa de sus variaciones y ser 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 se encuentran por encima del estándar de calidad ambiental (100 Ug/m³) establecido en el D.S. N° 003-2017-MINAM, por tanto, no cumple la norma ambiental (ECA para aire) debido a las actividades propias de los pobladores de la zona en estudio, eso quiere decir que antes de comenzar la obra este parámetro ya se encontraba por encima de lo permitido, lo que nos hace pensar que tanto la población y medio ambiente de la zona se encuentra en riesgo a sufrir las consecuencias de esta alteración. Concerniente al parámetro de ruido ambiental podemos mencionar que los dos puntos evaluados, los valores obtenidos se encontraron cumpliendo la norma ambiental (ECA) antes de empezar las actividades del mencionado proyecto, no existiendo riesgo alguno para los pobladores, personal de la obra y medio ambiente. Los valores obtenidos para PM10 y PM 2,5 en los 4 puntos de monitoreo correspondiente al II monitoreo de aire y los cuales se encuentran por encima del estándar de calidad ambiental (ECA), donde se justifica al incremento de la velocidad de viento durante los días de monitoreo, así mismo mencionar

que las vías de acceso no se encuentran pavimentadas formando así material particulado constantemente, por la presencia del pase continuo de vehículos de transporte y por las razones ya mencionadas anteriormente. En conclusión respondiendo a la hipótesis general del estudio podemos DEMOSTRAR Y RECHAZAR la hipótesis según los resultados y el análisis comparativo realizado con el monitoreo basal y la norma ambiental ECA para aire y ruido, que el comportamiento de los parámetros del monitoreo de calidad de aire y ruido ambiental de la obra de Saneamiento y Alcantarillado sanitario del distrito de Cerro Colorado – Arequipa, se podrían encontrar bajo los valores de los ECA's; lo cual hace suponer que se encuentran cumpliendo los mencionados ECAs.

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

ABSTRACT

Several experimental studies, as well as epidemiological studies in humans, have clearly indicated that exposure to pollutants in ambient air is associated with a wide range of adverse effects (acute and chronic), which affect the quality of life of the general population and vulnerable groups, mainly children, pregnant women and older adults, especially if they suffer from pre-existing diseases (Government of Mexico, 2021). (Government of Mexico, 2021) The World Health Organization (WHO) refers to noise pollution as the presence of noise or vibrations in the environment that have a negative effect both on people's health and on the conservation of nature and the environment. (AQUAE Fundación, 2023).

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 SO₂, NO₂, CO and high intensity of environmental noise resulting from 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 certain air quality and noise pollution problems in the area under study, causing environmental deterioration and possible public health problems for the people living near the area.

Thus, the study aims to compile the monitoring of air quality and environmental noise of the aforementioned work, in order to analyze each result obtained and compared with current environmental regulations in order to determine the degree of compliance with these environmental standards and to follow up on the quality of the different environmental factors such as air and noise in this case that could be affected during the implementation of the project, during the development of the different stages of the project and could generate health problems and environmental damage in the study area.

Therefore, the main objective of this research was to identify and establish the behavior of the parameters of the air quality and environmental noise monitoring of the Sanitation and Sanitary Sewerage work in the district of Cerro Colorado - Arequipa, in compliance with the ECA; and to fulfill this objective, the results of the basal monitoring and II monitoring of air quality and environmental noise were compiled, in order to analyze their behavior and the cause of their variations and compare them with the environmental regulations (ECA) and identify their degree of compliance with these. The following conclusions were reached: The values obtained for PM10 according to the results in said monitoring point are above the environmental quality standard (100 Ug/m3) established in the D.S. N° 003-2017-MINAM, therefore, it does not meet the environmental standard (ECA for air) due to the activities of the inhabitants of the area under study, that means that before starting the work this parameter was already above the allowed, which makes us think that both the population and environment of the area is at risk of suffering the consequences of this alteration. Regarding the environmental noise parameter, we can mention that the values obtained at the two points evaluated were in compliance with the environmental standard (ECA) before starting the activities of the project, and there was no risk to the local population, construction site personnel, or the environment. The values obtained for PM10 and PM 2.5 in the 4 monitoring points corresponding to the II air monitoring and which are above the environmental quality standard (ECA), where it is justified by the increase in wind speed during the monitoring days, also mention that the access roads are not paved thus constantly forming particulate matter, by the presence of the continuous passage of transport vehicles and for the reasons already mentioned above. In conclusion, responding to the general hypothesis of the study, we can DEMONSTRATE AND REJECT the hypothesis according to the results and the comparative analysis carried out with the basal monitoring and the environmental

standard ECA for air and noise, that the behavior of the parameters of the air quality and environmental noise monitoring of the Sanitation and Sanitary Sewerage work in the district of Cerro Colorado - Arequipa, could be found under the values of the ECA's; which makes us suppose that they are in compliance with the mentioned ECAs.

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

INTRODUCCIÓN

Toda actividad industrial, minera o propiamente de la población que realiza genera ciertos impactos que pueden ser positivos como negativos hacia nuestro medio ambiente, los cuales deben ser controlados continuamente en base a normas o instrumentos ambientales para poder estar preparados en acciones preventivas, minimizadoras o reductoras, con el propósito de poder estar en armonía con nuestro medio ambiente y generar la menor contaminación posible a favor de la empresa, comunidad y población en general.

Actualmente en la ciudad de Arequipa se viene ejecutando una obra de saneamiento y alcantarillado sanitario en el distrito de Cerro Colorado ubicado en la provincia de Arequipa, existiendo la posibilidad de que las actividades del proyecto están generando cierto disturbio ambiental y por tanto se pretende identificar a través del análisis comparativo del comportamiento de los parámetros del monitoreo de la calidad de aire y ruido ambiental correspondiente al año 2022 con la norma ambiental vigente ECA.

El presente estudio está basado en recopilar los resultados del monitoreo efectuado por la empresa ejecutora de la obra, programado en los 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 y 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 y ruido ambiental en la zona en estudio. Los cuáles son comparados con el monitoreo basal y el instrumento normativo ambiental ECA para valorar su grado de cumplimiento a esta.

Se empezó recopilando el monitoreo basal para lograr comparar con el monitoreo propiamente dicho de la calidad de aire y ruido ambiental en los parámetros y puntos de monitoreo, la selección de los parámetros para el monitoreo, que fueron considerados por el tipo de actividad que se iban a realizar, es decir, movimientos de tierra (excavaciones de zanjas, corte de terrenos, otros) que esto iba a generar material particulado, y las maquinarias pesadas y equipos que realizan dichos trabajos generando gases y ruido, por tanto contaminación de la zona en estudio.

Entre las repercusiones a que conlleva la contaminación del aire y del ruido se nombrará algunos y que son muy resaltantes e importantes en este estudio: La exposición a altos niveles de contaminación del aire puede causar una variedad de resultados adversos para la salud: aumenta el riesgo de infecciones respiratorias, enfermedades cardíacas, derrames cerebrales y cáncer de pulmón las cuales afectan en mayor proporción a población vulnerable, niños, adultos mayores y mujeres. (OPS/OMS, 2023) La contaminación acústica no solo afecta a la salud de las personas, sino que también afecta a la degradación ambiental. El transporte, la construcción, el tráfico aéreo o la industria son las principales fuentes de ruido ambiental que pasan casi desapercibidas pero cuyos efectos pueden provocar graves alteraciones en nuestros ecosistemas. (AQUAE Fundación, 2023)

La presente investigación **“Comportamiento de los parámetros del monitoreo de calidad de aire y ruido ambiental de la obra de saneamiento y alcantarillado sanitario del distrito de Cerro Colorado – Arequipa, en cumplimiento a los ECA - 2022”**, presenta como objetivo principal la de identificar y establecer el comportamiento de los parámetros del monitoreo de calidad de aire y ruido ambiental de la obra de Saneamiento y Alcantarillado sanitario del distrito de Cerro Colorado – Arequipa, en el cumplimiento a los ECA. Y para dar cumplimiento a este objetivo se plantearon los

siguientes objetivos específicos: Establecer el comportamiento del Monitoreo Basal de la calidad de aire y ruido ambiental en la obra de saneamiento y alcantarillado sanitario. Determinar el comportamiento del II monitoreo de la calidad de aire y ruido ambiental en la obra de saneamiento y alcantarillado sanitario. Establecer el comportamiento del Monitoreo Basal de la calidad de aire y ruido ambiental en la obra de Saneamiento y alcantarillado sanitario comparado con el II monitoreo y los E

INDICE

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTO

RESUMEN

INTRODUCCIÓN

INDICE

INDICE DE TABLAS

INDICE DE GRAFICOS

CAPÍTULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Identificación y determinación 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.....	4
1.4.1. Objetivo general	4
1.4.2. Objetivos Específicos	4
1.5. Justificación de la investigación	4
1.6. Limitaciones de la investigación.....	5

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de estudio	6
2.1.1. Antecedentes Internacionales	6
2.1.2. Antecedentes Nacionales.....	9
2.1.3. Antecedentes Regionales o Locales	11
2.2. Bases teóricas científicas	15
2.2.1. Calidad del aire.....	15
2.2.2. Contaminación del Aire.....	15
2.2.3. Tipos de contaminantes de aire	16
2.2.4. Fuentes de contaminación del aire	17
2.2.5. Material Particulado	18
2.2.6. Estándares de la calidad ambiental (ECA).....	19

2.2.7.	El Ruido, un problema ambiental de primer orden	21
2.2.8.	Consecuencias del ruido en nuestra salud	22
2.2.9.	Los Estándares Primarios de Calidad Ambiental (ECA) para Ruido	22
2.3.	Definición de términos conceptuales	23
2.4.	Enfoque filosófico – epistémico	26

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

3.1.	Tipo de Investigación	29
3.2.	Nivel de investigación.....	29
3.3.	Característica de la investigación.....	30
3.4.	Método de investigación	30
3.5.	Diseño de investigación	31
3.6.	Procedimiento del muestreo	31
3.6.1.	Población	31
3.6.2.	Muestra	32
3.7.	Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	34
3.8.	Técnicas de procesamiento y análisis de datos	36
3.9.	Orientación ética	36

CAPITULO IV

PRESENTACION DE RESULTADOS

4.1.	Presentación, análisis e interpretación de resultados	39
4.1.1.	Resultados del Monitoreo Basal.....	39
4.1.2.	Resultados del II Monitoreo de Aire	48
4.1.3.	Resultados del Monitoreo de Calidad de Ruido Ambiental – Línea base	57
4.1.4.	Resultados del Monitoreo de calidad de Ruido Ambiental con la normativa	58
4.2.	Discusión de Resultados	61

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANEXOS

INDICE DE TABLAS

Tabla 1 Estandares de Calidad Ambiental para Aire	21
Tabla 2 Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido.....	23
Tabla 3 Puntos del Monitoreo Basal de Calidad de Aire y Ruido Ambiental	32
Tabla 5 Puntos de monitoreo de Ruido ambiental - II Monitoreo - Coordenadas UTM	34
Tabla 6 Tabla Comparativa de los Resultados del monitoreo basal de Aire, según D.S. N° 003-2017-MINAM (ECA).....	41
Tabla 7 Resultados Promedios de Parámetros Meteorológicos – Línea base.....	41
Tabla 8 Resultados Promedios de los Parámetros Metereológicos	48
Tabla 9 Tabla Comparativa de los resultados de la calidad de aire según D.S. N° 003 – 2017 - MINAM.....	49
Tabla 10 Comparativo de los Resultados II monitoreo de la calidad de aire con el Monitoreo Basal y ECA	52
Tabla 11 Resultados del monitoreo basal de ruido ambiental turno diurno comparado con ECA.....	58
Tabla 12 Resultados del II monitoreo de ruido ambiental turno diurno y comparado con ECA.....	59
Tabla 13 Resultados del II Monitoreo de Ruido Ambiental - turno diurno y comparado con Monitoreo Basal -ECA	60

INDICE DE GRAFICOS

Gráfico 1 Concentración de Material Particulado PM10	42
Gráfico 2 Concentración de Material Particulado PM2.5	43
Gráfico 3 Concentración de Dióxido de Azufre (SO ₂)	43
Gráfico 4 Concentración de Dióxido de Nitrógeno (NO ₂)	44
Gráfico 5 Concentración de Monóxido de Carbono (CO)	44
Gráfico 6 Concentración de Benceno (C ₆ H ₆).....	45
Gráfico 7 Concentración de Ozono (O ₃).....	45
Gráfico 8 Resultados de Parámetros Meteorológicos (Del 23/09/2021 al 28/09/2021) – A-02-N39 / Temperatura	46
Gráfico 9 Resultados de Parámetros Meteorológicos (Del 23/09/2021 al 28/09/2021) – A-02-N39 / Humedad	46
Gráfico 10 Resultados de Parámetros Meteorológicos (Del 23/09/2021 al 28/09/2021) – A-02-N39 / Velocidad del viento.....	47
Gráfico 11 Resultados de Parámetros Meteorológicos (Del 23/09/2021 al 28/09/2021) – A-02-N39 / Presión.....	47
Gráfico 12 Concentración de material particulado PM10.....	50
Gráfico 13 Concentración de material particulado PM2.5	50
Gráfico 14 Concentración de Dióxido de Azufre (SO ₂)	51
Gráfico 15 Concentración de Dióxido de Nitrógeno (NO ₂)	51
Gráfico 16 Concentración de Dióxido de Nitrógeno (NO ₂)	52
Gráfico 17 Comparación de la concentración de Material Particulado PM10 con Monitoreo Basal – Enero.....	53
Gráfico 18 Comparación de la concentración de Material Particulado PM2.5 con Monitoreo Basal - Enero	54

Gráfico 19 Comparación de la concentración de SO ₂ con Monitoreo Basal - Enero	55
Gráfico 20 Comparación de la concentración de NO ₂ con Monitoreo Basal – Enero...	56
Gráfico 21 Comparación de la concentración de CO con Monitoreo Basal – Enero .	57
Gráfico 22 Resultado de monitoreo basal de Ruido Ambiental	58
Gráfico 23 Resultados de Comparación de ruido ambiental II monitoreo con ECA	60
Gráfico 24 Resultados del II monitoreo de ruido ambiental turno diurno y comparado con Monitoreo Basal –ECA	61

CAPÍTULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Identificación y determinación del problema

Toda actividad industrial, minera o propiamente de la población que realiza genera ciertos impactos que pueden ser positivos como negativos hacia nuestro medio ambiente, los cuales deben ser controlados continuamente en base a normas o instrumentos ambientales para poder estar preparados en acciones preventivas, minimizadoras o reductoras, con el propósito de poder estar en armonía con nuestro medio ambiente y generar la menor contaminación posible a favor de la empresa, comunidad y población en general.

Actualmente en la ciudad de Arequipa se viene ejecutando una obra de saneamiento y alcantarillado sanitario en el distrito de Cerro Colorado ubicado en la provincia de Arequipa, existiendo la posibilidad de que las actividades del proyecto están generando cierto disturbio ambiental y por tanto se pretende identificar a través del análisis comparativo del comportamiento de los parámetros del monitoreo de la calidad de aire y ruido ambiental correspondiente al año 2022 con la norma ambiental ECA.

El presente estudio estará basado en recopilar los resultados del monitoreo efectuado por la empresa ejecutora de la obra, programado en los 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 y 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 y ruido ambiental en la zona en estudio. Los cuáles serán comparados con el monitoreo basal y el instrumento normativo ambiental ECA para valorar su grado de cumplimiento a esta.

Se empezará recopilando el monitoreo basal para lograr comparar con el monitoreo propiamente dicho de la calidad de aire y ruido ambiental en los parámetros y puntos de monitoreo, la selección de los parámetros para el monitoreo, que fueron considerados por el tipo de actividad que se iban a realizar, es decir, movimientos de tierra (excavaciones de zanjas, corte de terrenos, otros) que esto iba a generar material particulado, y las maquinarias pesadas y equipos que realizan dichos trabajos generando gases y ruido, por tanto contaminación de la zona en estudio.

1.2. Delimitación de la investigación

El estudio se encuentra delimitado por la comparación del monitoreo Basal es en los puntos de monitoreo de ruido ambiental (R-01-N39 – R-02-N39) y de (A-02-N39) en la calidad de aire, que servirá como base de comparación al

I monitoreo realizado 2022 que se ubica en el distrito de Cerro Colorado - Arequipa.

La comparación para el I Monitoreo de calidad de aire y ruido ambiental es en 4 estaciones de monitoreo de la mencionada obra de saneamiento de agua y desagüe ubicado en Arequipa del Distrito de Cerro Colorado, que están divididos en los sectores II, III, VII, VIII, IX, X, XI, XII Y XIII de la Asociación Parque Industrial Porvenir Arequipa (APIPA) y los sectores I, IV y V de la Asociación Urbanizadora José Luis Bustamante y Ribero (JLBYR). (Ver muestra)

1.3. Formulación del problema

1.3.1. Problema general

¿Cuál es el comportamiento de los parámetros del monitoreo de calidad de aire y ruido ambiental de la obra de Saneamiento y Alcantarillado sanitario del distrito de Cerro Colorado – Arequipa, en el cumplimiento a los ECA?

1.3.2. Problemas específicos

- ¿Cuál es el comportamiento del Monitoreo Basal de la calidad de aire y ruido ambiental en la obra de saneamiento y alcantarillado sanitario?
- ¿Cuál es el comportamiento del I monitoreo de la calidad de aire y ruido ambiental en la obra de saneamiento y alcantarillado sanitario?
- ¿Cuál es el comportamiento del Monitoreo Basal de la calidad de aire y ruido ambiental en la obra de Saneamiento y alcantarillado sanitario comparado con el I monitoreo y los ECA?

1.4. Formulación de Objetivos

1.4.1. Objetivo general

Identificar y establecer el comportamiento de los parámetros del monitoreo de calidad de aire y ruido ambiental de la obra de Saneamiento y Alcantarillado sanitario del distrito de Cerro Colorado – Arequipa, en el cumplimiento a los ECA.

1.4.2. Objetivos Específicos

- Establecer el comportamiento del Monitoreo Basal de la calidad de aire y ruido ambiental en la obra de saneamiento y alcantarillado sanitario.
- Determinar el comportamiento del I monitoreo de la calidad de aire y ruido ambiental en la obra de saneamiento y alcantarillado sanitario.
- Establecer el comportamiento del Monitoreo Basal de la calidad de aire y ruido ambiental en la obra de Saneamiento y alcantarillado sanitario comparado con el I monitoreo y los ECA.

1.5. Justificación de la investigación

Las obras civiles como es este caso, implican actividades que distorsionan o alteran los parámetros de la calidad del aire, ruido ambiental y otros de la zona donde se ejecuta la obra, por lo que el presente estudio va a evaluar, analizar y comparar estas variaciones relacionándolo con las actividades que se realizan en la obra de saneamiento y alcantarillado sanitario, donde se tendrán en cuenta la medición de gases como (CO, NO₂, SO₂), material particulado PM 2.5 y PM 10 a través del monitoreo de la calidad de aire y ruido ambiental, con los resultados obtenidos se realizará un análisis comparativo con el monitoreo basal y la normativa ambiental vigente para el caso (ECA), logrando establecer el grado de

cumplimiento a esta norma ambiental, con la finalidad tomar medidas de prevención en la obra de esta manera poder 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 los 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 el 10% por *ciento* del avance total de las actividades programadas.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de estudio

2.1.1. Antecedentes Internacionales

Morantes et al. (2016) en una investigación realizada sobre: Revisión de Instrumentos Normativos de la Calidad del Aire y Sistemas de Monitoreo Atmosférico: América Latina y El Caribe; realizan un análisis exhaustivo de la normatividad ambiental para aire en la región de ALAC. Además de señalar la falta de este tipo de normatividad para algunos países y la necesidad de actualizarla para otros, concluye que la falta de recolección de datos y la falta de endurecimiento de las mismas no asegura valores umbrales de emisión que aseguren la calidad de vida de la población. Gamero (2020), por su parte, señala que las deficiencias en cuanto a estándares de calidad ambiental para ruido son generadas por límites muy permisibles. (OEFA, 2021, p. 6)

Dieciocho de los 23 países de América Latina y el Caribe tienen normativa propia de calidad de aire publicada en sitios web oficiales. Por lo general establecen sus periodos de regulación y estándares de calidad de aire en

función de los publicados alguna vez en los NAAQS de la USEPA o en las GCA de la OMS, pero no siempre utilizan la versión vigente al momento de diseñar la regulación. Seis de estos países tienen regulaciones que no se actualizan desde hace 15 años. (Morantes, 2016, p. 241)

Rodriguez, L. et al (2020), en una investigación titulada: Análisis espacial de las concentraciones de PM_{2,5} 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 PM₁₀ y PM_{2.5}, 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_{2.5} 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/m³ 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.

Páez et al. (2017), en la investigación titulada: Estudio de calidad del aire en canteras a cielo abierto en General Roca, Argentina, mencionan lo siguiente:

Las actividades mineras producen significativos impactos ambientales la emisión de material particulado 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.

Obteniendo los siguientes resultados y conclusiones:

Los resultados mostraron la concentración de MP₁₀ superiores al límite legal establecido por la normativa nacional de 150.0 µg/m³ 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.

En este trabajo se presentan estimaciones emisiones de material particulado en dos canteras a cielo abierto. Los valores de emisión más elevados fueron provenientes de la re-suspensión de polvo en el hueco de la cantera estimándose en 1.63 g/s en CL y 2.36 g/s en CDE y el transporte por caminos

consolidados para el traslado del mineral para su comercialización (10.7 g/s y 9.9 g/s en CL y CDE respectivamente). El trabajo indicó que las actividades de las canteras CDE, CL consideradas en forma conjunta, tanto en el área de trabajo como en las líneas de transporte en un área industrial de la zona General Roca – Allen, no presentaron influencias en las áreas urbanas aledañas que superaran los límites establecidos por las legislaciones nacionales e internacionales durante el año 2010, pero excedieron esos valores en un radio de un km de la explotación con afectación de las zonas laborales.

2.1.2. Antecedentes Nacionales

Barraza, C. (2017) en la tesis de grado titulado: Evaluación de la calidad de aire y ruido ambiental en la creación de un cementerio en el departamento de Tacna, quien llega a las siguientes conclusiones de su estudio:

Se concluyó, después de haber realizado los monitoreos de calidad de aire y ruido, los resultados de dichos monitoreos se encuentran dentro de los estándares de calidad ambiental de aire y ruido.

Concerniente a los parámetros de calidad de aire, material particulado PM10 y PM2.5 de las estaciones de monitoreo Ca-01 y CA02 se encuentran por debajo de los anteriores estándares de calidad ambiental Decreto supremo 074-2001-PCM y también debajo de los nuevos estándares de calidad ambiental según decreto supremo 003-2017-MINAM. Así mismo para los gases como el monóxido de carbono, dióxido de nitrógeno, dióxido de azufre y sulfuro de hidrogeno, dichos gases no sobrepasan el límite de cuantificación de laboratorio, por consiguiente estos parámetros se encuentran por debajo de los estándares de calidad ambiental. En cuanto al monitoreo de ruido en las estaciones (RU-01 al RU-10), los resultados de monitoreo diurno de los meses de abril y mayo, se

encuentran por debajo de los estándares de calidad ambiental para ruido para zona residencial, según el decreto supremo 085-2003-PCM; los resultados del monitoreo nocturno también se encuentran por debajo de los estándares de calidad ambiental para ruido. (p. 63)

Para **Barrientos & Espinoza (2021)** en la tesis de grado 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, mencionan lo siguiente referente a su investigación:

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.

Y obtuvieron los siguientes resultados y conclusiones de su investigación:

“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 PM_{2.5} 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, PM_{2.5} 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, lo cual indica que el aire que se respira Jirón Odonovan, es tolerable, pero a pesar de ello para una pequeña cantidad de

personas que habitan en dicho Jirón podría ser dañino a quienes son muy susceptibles a la contaminación de aire.

ENEL GREEN POWER PERÚ S.A. (2020) desarrolló las actividades del monitoreo de Calidad de Aire, Ruido Ambiental y Radiaciones no ionizantes, donde menciona lo siguiente:

A solicitud de la Empresa ENEL GREEN POWER PERU S.A. la División de Medio Ambiente de Inspectorate Services Perú S.A.C, desarrolló las actividades del monitoreo de calidad de Aire, Ruido Ambiental y Radiaciones no ionizantes llevado a cabo en el distrito de Moquegua, provincia de Mariscal Nieto, Región Moquegua. El monitoreo, ha sido ejecutado con la participación de técnicos de reconocida experiencia, con la aplicación de criterios establecidos en la normativa nacional e internacional vigente durante el período comprendido del 10 al 17 de diciembre del 2020, llegando a las conclusiones siguientes:

“Los resultados obtenidos de las mediciones de exposición como inducción magnética (B). Intensidad de campo magnético (H) e intensidad de campo eléctrico (E) en las tres estaciones de monitoreo se encuentran por debajo de los estándares de calidad señalados en el D.S. N° 010-2005-PCM”. (p. 20)

2.1.3. Antecedentes Regionales o Locales

Alegría, J. & Cárdenas, D. (2021) en la tesis titulada:: Propuesta de plan de gestión para el control de material particulado (PM10) basado en el uso de Biol como agente supresor en una empresa de servicios industriales en Río Seco, Arequipa 2020, consideran lo siguiente:

Esta investigación toma como objeto de estudio una Empresa Privada de Servicios Industriales Múltiples ubicada en el Parque Industrial de Río Seco,

Cerro Colorado, uno de los distritos de la ciudad con mayor nivel de polvo ambiental debido a la propia naturaleza del suelo, como también a la gran cantidad de caminos sin pavimentar. Los resultados de esta experimentación indicaron que la dosificación óptima es la que posee una mayor proporción de biol con respecto al agua ($\frac{3}{4}$ biol + $\frac{1}{4}$ de agua). Finalmente, con toda la información y datos obtenidos se elaboró una propuesta de Plan de Gestión para el control del material particulado, en el cual se proponen medidas como capacitaciones al personal, mejora de actividades de limpieza (uso de formatos), etc.; como también el riego de vías utilizando una dosificación óptima de biol.

Y llega a las conclusiones siguientes:

“El resultado obtenido en el muestreo de material particulado realizado fue de 136.5418 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, superando en un 37% los valores permitidos establecidos en la normativa ambiental (Estándar de Calidad Ambiental). Este valor, sumado a lo declarado por los trabajadores, refleja el problema situacional que vive la empresa. Se determinaron las causas de la alta concentración de polvo dentro de las instalaciones de la empresa, obteniendo que las que la vía principal sin pavimentar, la inacción por parte de las autoridades locales, las condiciones climáticas características de la zona (vientos fuertes y escasos periodos de lluvias), el tipo de suelo y la inexistencia de un programa de gestión por parte de la empresa. A través de la información obtenida por medio de las entrevistas realizadas al personal de la empresa, se supo que el material particulado perjudica de manera directa a los equipos, materiales, aparatos de seguridad etc., causando situaciones de riesgo y perjuicios económicos; así mismo, el ambiente laboral de los trabajadores se ve afectado debido a la

incomodidad que genera este agente físico en sus labores diarias. La empresa no cuenta con una medida de gestión para el control del material particulado, y las acciones que toman son metodologías convencionales, las cuales se basan en limpieza de ambientes y el riego de vías con agua”.

(p. 81)

Enriquez (2021), en la tesis titulada: Caracterización del material particulado para la evaluación de la calidad del aire en el ovalo San Lázaro – Arequipa, considerando lo siguiente:

Para esta investigación se realizó un estudio de caracterización de la cantidad de material particulado PM10 y PM2.5 en el ovalo San Camilo ubicado en el cercado de Arequipa, 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 se realizó un monitoreo ambiental en la estación CA-1 ubicado en la Calle Santa Catalina 509, se utilizó un equipo de alto volumen (HI-VOL) para PM10 y un equipo automático de bajo volumen (LOW-VOL) para PM2.5, también se 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.

Concluyendo en lo siguiente:

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.

Coronel, A. (2022) en la tesis titulada: Evaluación de puntos críticos de contaminación sonora aplicando el mapa de ruido ambiental en la zona de comercio central de la ciudad de Juliaca, menciona lo siguiente:

Que plantea como objetivo general de evaluar los puntos críticos de contaminación sonora aplicando el mapa de ruido ambiental en la zona de comercio central de la ciudad de Juliaca, desarrollado bajo la metodología cuantitativa de tipo descriptivo analítico, de diseño no experimental de corte transeccional, tomando como muestra a 33 de monitoreo distribuidos uniformemente los niveles de presión sonora utilizando un sonómetro integrador Clase 2 y su Calibrador, posteriormente se procesó los datos con programas de MS Excel con el complemento XLSTAT, mediante el análisis de varianza se identificó los críticos altos los cuales fueron tramados con el programa ArcGis donde se estableció un Mapeo del Ruido, y finalmente se estableció cuatro estrategias de mitigación de contaminación sonora. Llegando a los siguientes resultados:

Llegando a los resultados mediante la prueba de correlación de Pearson se determinó que el 95% de contaminación sonora lo genera el parque automotor, concluyendo así que los puntos críticos de contaminación fueron identificados utilizando la prueba Tukey lo cual se determina 10 puntos críticos por encima de los 70 dB y 18 puntos críticos que bordean los 70 dB y solo se identificó 5 puntos por muy debajo de lo 70dB e improbables de alcanzar, cual en una evaluación

técnica se determina la principal fuente de contaminación el tráfico donde el 54% del total de contaminación sonora es generado por motos en la zona de comercio central de la ciudad de Juliaca.

2.2. Bases teóricas científicas

2.2.1. Calidad del aire

Para **Porta et al (2018)**, 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. (p.40).

2.2.2. Contaminación del Aire

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 (NO₂), ozono (O₃) y el dióxido de carbono (CO₂); La contaminación de aire llega a matar a más de 12 personas cada minuto en el mundo como dato final (OMS, 2021).

Los componentes principales del aire, nitrógeno (78%), oxígeno (20.94%) y argón (0.93%), no reaccionan entre sí bajo circunstancias normales. Asimismo, las pequeñas cantidades de helio, neón, criptón, xenón, hidrógeno y óxidos nitrosos tienen poca o ninguna interacción con otras moléculas. Algunos otros gases también presentes en pequeñas cantidades, no son químicamente inertes, sino que interactúan con la biosfera, la hidrosfera y entre ellos mismos; en consecuencia, esos gases tienen un tiempo de permanencia limitado en la atmósfera y concentraciones características variables. Los gases reactivos de este grupo son los que se consideran contaminantes cuando los produce el hombre en cantidades suficientemente elevadas como para exceder en forma significativa a las concentraciones del ambiente. Los gases más importantes dentro de este grupo son los que se hallan presentes de manera general, en el aire de las ciudades del mundo, a saber, dióxido de azufre (SO₂), óxidos de nitrógeno (NO y NO₂), monóxido de carbono (CO) e hidrocarburos, excepto el metano. (Barraza, 2017, p. 9)

2.2.3. 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 con la composición del aire tiene reacciones químicas que puede ser perjudicial para la atmósfera y la salud, se muestra los dos tipos de contaminantes:

a. Contaminante primario

Son sustancias emitidas directamente a la atmósfera, por diferentes fuentes fijas (industria, agricultura, vertederos, hogares) emiten contaminantes como: Monóxido de carbono (CO), óxidos de azufre (SOX), dióxido de carbono (CO₂), óxidos de nitrógeno (NOX), hidrocarburos, bióxido de azufre (SO₂), material particulado (PM₁₀, PM_{2.5}), metales pesado, entre otros (OEFA, 2015)

b. Contaminante secundario

En la atmósfera se encuentran de manera natural diferentes gases y material particulado; cuando los contaminantes primarios suben a las diferentes capas de la atmósfera se mezclan con los tipos de gases que existen y con los rayos ultravioleta sugiriendo cambios químicos y fotoquímicos, produciendo de manera inmediata ozono(O₃), sulfatos, nitratos, cetonas, ácidos, radicales libres, etc. (MINAN, 2009).

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

2.2.4. Fuentes de contaminación del aire

Algunas fuentes de contaminación del aire son grandes y se encuentran concentradas: fabricas grandes, plantas químicas, refinería de petróleo, industrias de recuperación y fundición de metales y estaciones de energía eléctrica: sin embargo, estas contribuyen sólo en una tercera parte de la masa total de la carga

de contaminación del aire (calculada con respecto a todos los contaminantes diferentes de CO₂). El transporte en los países desarrollados contribuye como fuente contaminante total. Dentro de las ciudades, la multiplicidad de pequeñas fuentes, en particular los automóviles privados, son una causa principal de la degradación de la calidad del aire. (Strauus y Mainwaring, 2011) Una fuente de contaminación es aquella que da origen a la misma. En general se clasifican las fuentes de contaminantes en cuatro grupos:

- Puntuales,
- Móviles,
- De área y
- Naturales (Barraza, 2017, p. 11)

2.2.5. Material Particulado

El Material Particulado (PM) es una compleja mezcla de partículas suspendidas en el aire las que varían en tamaño y composición dependiendo de sus fuentes de emisiones.

Las partículas en suspensión en el aire se encuentran formadas por un sistema muy diverso de fases compuesta básicamente de partículas aéreas sólidas y líquidas cuyos tamaños van desde 0.001 μm hasta 100 o más micrómetros. Históricamente la medición de partículas en suspensión (PTS) se realizó sin una preferencia específica por el tamaño. Los efectos que producen las partículas sobre el ambiente los podemos clasificar en efectos sobre:

- El hombre.
- Las plantas.
- Los materiales
- La visibilidad.

La radiación solar total Las partículas penetran en el cuerpo humano, casi exclusivamente a través del sistema respiratorio, dependiendo el efecto sobre el mismo del grado de penetración de las partículas en el sistema respiratorio, que es función tanto de la granulometría como de la toxicidad o composición química de las mismas. Las partículas más perjudiciales son las de menor tamaño ($< 0,5 \mu\text{m}$), ya que pueden llegar a los alveolos pulmonares, permaneciendo en ellos durante largo tiempo sin eliminarse. (Arciniegas, 2012). (Citado por Barraza, 2017, pp. 21, 23)

2.2.6. Estándares de la calidad ambiental (ECA)

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 del a 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. (MINAM, 2005).

Mediante el D.S N° 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. (MINAM, 2019)

¿Pará que sirven los ECA?

De acuerdo al artículo 31, incisos 1 y 2 de La Ley N° 28611- Ley General del Ambiente un Estándar de Calidad Ambiental es la medida que determina el nivel de concentración o el grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos, que se encuentran en un cuerpo receptor (aire, agua, aire, suelo), siempre que no sea un riesgo significativo para la salud humana ni para el ambiente. Dicha concentración o grado, de acuerdo al parámetro en particular, podrá ser expresada en máximos, mínimos o rangos. Los ECA son de imperativa observancia en el diseño de normativa, políticas públicas; y el diseño y aplicación de los instrumentos de gestión ambiental. Además, Wieland (2017) afirma que los ECA son instrumentos de gestión ambiental que establecen las condiciones

de calidad adecuadas para el ambiente y sus componentes, indicando cuál es el nivel máximo de inmisión de ciertos elementos o sustancias en un cuerpo receptor con el fin de evitar su exceso y procurar la protección de la salud y el ambiente”

(OEFA, 2021, pp. 6,7)

Tabla 1

Estandares de Calidad Ambiental para Aire

Parámetros	Periodo	Valor [µg/m ³]	Criterios de evaluación	Método de análisis ¹⁾
Benceno (C ₆ H ₆)	Anual	2	Media aritmética anual	Cromatografía de gases
Dióxido de Azufre (SO ₂)	24 horas	250	NE más de 7 veces al año	Fluorescencia ultravioleta (Método automático)
Dióxido de Nitrógeno (NO ₂)	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 _{2,5})	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 ₁₀)	24 horas	100	NE más de 7 veces al año	Separación inercial/filtración (Gravimetría)
	Anual	50	Media aritmética anual	
Mercurio Gaseoso Total (Hg) ²⁾	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 ₃)	8 horas	100	Máxima media diaria NE más de 24 veces al año	Fotometría de absorción ultravioleta (Método automático)
Plomo (Pb) en PM ₁₀	Mensual	1,5	NE más de 4 veces al año	Método para PM ₁₀ (Espectrofotometría de absorción atómica)
	Anual	0,5	Media aritmética de los valores mensuales	
Sulfuro de Hidrógeno (H ₂ S)	24 horas	150	Media aritmética	Fluorescencia ultravioleta (Método automático)

Fuente: MINAM (2019) - D.S. N° 003-2017-MINAN.

2.2.7. El Ruido, un problema ambiental de primer orden

El ruido es uno de los elementos que definen nuestro entorno cotidiano. En el ámbito urbano, es la molestia más común que tienen que soportar sus habitantes; el ámbito rural tampoco escapa a este problema, que se manifiesta tanto en la convivencia y actividad doméstica como en la mecanización de las actividades agrarias e incluso en las celebraciones festivas. Por tanto, se puede

afirmar que el ruido es el contaminante ambiental que se presenta de una manera más persistente en el ambiente humano.

El problema no es nuevo, ya que desde los tiempos más remotos el ruido forma parte de dicho ambiente. En la antigua Roma ya había quejas al respecto y se dictaron normas específicas. Posteriormente, a medida que las sociedades iban evolucionando, las causas del ruido aumentaban, sobre todo a partir de la revolución industrial.

En cualquier caso, ninguna época anterior puede ser comparable con las fuentes de ruido que genera la sociedad actual, sobre todo en los países desarrollados. Los nuevos modelos de organización social y económica, el desarrollo tecnológico y el crecimiento de la población son factores claves en el aumento de la contaminación acústica. Se podría concretar en una frase: cada vez se realizan más actividades en un espacio vital menor. (Muñoz, 1995)

2.2.8. Consecuencias del ruido en nuestra salud

La exposición a la que nos vemos expuestos puede dañar las células sensoriales del oído interno y producir lesiones auditivas de diferente gravedad. Además, estar constantemente en un entorno ruidoso puede tener otras consecuencias como:

- Aumentar la sensación de estrés y de fatiga
- Producir alteraciones en el sueño, si los ruidos se originan durante la noche
- Causar dolor de cabeza y sensaciones desagradables como zumbidos o acúfenos (percepción de ruidos en la cabeza)
- Disminuir nuestro rendimiento y provocar falta de concentración
- Producir sensación de vértigo o náuseas (Quirón Salud, 2019)

2.2.9. Los Estándares Primarios de Calidad Ambiental (ECA) para Ruido

Establecen los niveles máximos de ruido en el ambiente que no deben excederse para proteger la salud humana. Dichos ECA's consideran como parámetro el Nivel de Presión Sonora Continuo Equivalente con ponderación A (LAeqT) y toman en cuenta las zonas de aplicación y horarios, que se establecen en el Anexo N° 1 de la presente norma.

Tabla 2

Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido

ZONAS DE APLICACIÓN	VALORES EXPRESADOS	
	EN L _{AeqT}	
	HORARIO DIURNO	HORARIO NOCTURNO
Zona de Protección Especial	50	40
Zona Residencial	60	50
Zona Comercial	70	60
Zona Industrial	80	70

Fuente: SINIA/MINAM (2003), Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido.

2.3. Definición de términos conceptuales

Material particulado (PM10). Los valores sobre la calidad del aire indican que el PM10 anual es de 15 µg/m³ y en 24 horas es de 45 µg/m³, así mismo indica que el PM2.5 el valor anual es de 5 µg/m³ y 15 µg/m³ 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).

Se trata de un conjunto de elementos sólidos y líquidos, derivadas de sustancias tanto orgánicas como inorgánicas, que se encuentran suspendidos. De acuerdo a lo indicado por el Instituto de Salud Geoambiental (2020), la composición del material particulado varía, encontrando entre sus componentes

a los sulfatos, nitratos, amoníaco, cenizas metálicas y agua; algunas de estas partículas como el polvo, la suciedad, el hollín o el humo, son observables a simple vista; otras son tan pequeñas que solo pueden ser detectadas mediante el uso de microscopios electrónicos. (Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos, 2018)

Material Particulado (PM_{2.5}). Las PM_{2.5} son partículas de diámetro inferior o igual a 2.5 μm , es decir, 100 veces más finas que un cabello humano, cuyo origen es principalmente en fuentes antropogénicas (emisiones de los vehículos diésel, por ejemplo). Su peligrosidad es relevante para el ser humano, ya que su tamaño hace que sean 100% respirables, generando problemas respiratorios. (Linares & Díaz, 2008)

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 CO₂ 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 CO₂ tiene características de gas incoloro, de sabor insípido e inodoro. Puede causar la muerte en niveles altos, resultandos tóxicos para la salud humana. Provienden 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 plantas de combustión, combustibles fósiles e instalaciones de tratamiento representa en menor medida. (OMS. 2021).

Dióxido de Nitrógeno (NO₂). El valor anual de medición de este contaminante es de 10 µg/m³, para la medida diaria no debe exceder los 25 µg/m³, así mismo, el NO₂ 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).

Dióxido de Azufre (SO₂). Considera solo la medida diaria, este contaminante no sobrepase los 40 µg/m³ 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).

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)

Ruido: Sonido no deseado que moleste, perjudique o afecte a la salud de las personas. (SINIA/MINAM, 2003)

Ruido Ambiental. El ruido es uno de los elementos que definen nuestro entorno cotidiano. En el ámbito urbano, es la molestia más común que tienen que soportar sus habitantes; el ámbito rural tampoco escapa a este problema, que se manifiesta tanto en la convivencia y actividad doméstica como en la

mecanización de las actividades agrarias e incluso en las celebraciones festivas. Por tanto, se puede afirmar que el ruido es el contaminante ambiental que se presenta de una manera más persistente en el ambiente humano. (Barraza, 2017, p.32)

Decibel (dB). Unidad a dimensional utilizada para expresar el logaritmo de la razón entre una cantidad medida y una cantidad de referencia. El decibel es utilizado para describir niveles de presión, de potencia o de intensidad sonora; es diez veces el logaritmo decimal de su relación numérica el belio. Existe una relación logarítmica, adoptándose como unidad de medida de los niveles de presión acústica el decibelio (dB). El oído es sobre todo sensible a las frecuencias medias (comprendidas entre 500 y 2000Hz). Por esta razón los aparatos de medida están dotados de un filtro "A" "que reconstruye lo que percibe el oído humano. (Barraza, 2017, p.31)

Estándares Primarios de Calidad Ambiental para Ruido. Son aquellos que consideran los niveles máximos de ruido en el ambiente exterior, los cuales no deben excederse a fin de proteger la salud humana. Dichos niveles corresponden a los valores de presión sonora continua equivalente con ponderación A. (SINIA/MINAM, 2003)

2.4. Enfoque filosófico – epistémico

Puesto que la curiosidad por saber es inherente al ser humano y la duda su vehículo, es necesario investigar: Porque la investigación es la fuente de todo conocimiento: a la comprensión de la realidad se llega a través de la investigación. Porque la investigación es el principio del desarrollo. "Todo hombre, por naturaleza, desea saber" Aristóteles. (Castro)

La investigación científica en los diferentes campos de las ciencias, es un pilar fundamental porque contribuye a la calidad de vida y bienestar de las personas, en la formación de nuevos profesionales y en el desarrollo de los profesionales que se encaminan hacia la investigación. Según Houssay (2021), resalta que de la investigación científica depende la salud, el bienestar, la riqueza, el poder y la independencia de las naciones. (Delgado, 2021)

Las investigaciones se originan de las ideas que surgen de experiencias individuales o colectivas, lecturas de material, observación de eventos, creencias, pensamientos, problemas del diario vivir. En un inicio éstas pueden ser vagas o generales, poco precisas, lo que requiere un mayor análisis y pensamiento para ser concretadas y estructuradas en forma de pregunta o problema, que se desea resolver o responder. (Henríquez, 2003)

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 m³ 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)

El ruido es un contaminante que tiene el potencial de afectar la salud de las personas y deteriorar su calidad de vida. La exposición a altos niveles de ruido conlleva principalmente efectos fisiológicos que se relacionan directamente con alteraciones en el oído, como: la pérdida de audición y tinnitus que son los más significativos y recurrentes en nuestra sociedad. Estos efectos están asociados principalmente a ambientes industriales o la percepción de eventos como

explosiones, presentaciones musicales, uso de audífonos a alto nivel, entre otros.
(Ministerio del medio ambiente, 2023)

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. (Salinas, 2023)

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

3.1. Tipo de Investigación

Se considera de tipo Descriptivo, enmarcando en hechos reales suscitadas en la obra, estudiando, comparando e interpretando las características de los resultados emitidos tanto de la calidad del aire y ruido ambiental.

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

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 y ruido ambiental) 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 como característica de ser una investigación No experimental del tipo descriptivo.

El estudio es Aplicado porque se trazan metas propuestas en un cierto tiempo con ciertas especificaciones a seguir, para luego obtener los resultados esperados de la investigación.

Es Sistemática: porque sigue un orden o un sistema a seguir y,

Estructurada porque cada parte de esta investigación está relacionada entre sí en busca de resultados. (Zita, A. 2022)

3.4. Método de investigación

El estudio presenta como método cualitativo porque se trata de realizar un análisis comparativo de los monitoreos realizados de calidad de aire y ruido ambiental de la obra de saneamiento y alcantarillado sanitario del distrito de Cerro Colorado – Arequipa, utilizando un instrumento ambiental de comparación (ECA para aire y ruido) para poder identificar y determinar su cumplimiento a esta. 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 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 y ruido ambiental).

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).

3.6. Procedimiento del muestreo

3.6.1. Población

La población del presente trabajo de investigación comprende a todos los puntos de monitoreo de calidad de aire y ruido ambiental del área de influencia de la obra de saneamiento y alcantarillado sanitario del distrito de Cerro Colorado – Arequipa, correspondiente al año 2022, donde se realizó la recopilación de los resultados del II monitoreo y monitoreo basal, para luego realizar un análisis confrontándolos con los ECA y poder determinar su grado de cumplimiento a esta.

3.6.2. Muestra

Se ejecutó estratégicamente 4 puntos de monitoreo establecidos en el monitoreo de aire y ruido ambiental del proyecto. La toma de muestra lo realizaron mediante equipos muestreadores de calidad de aire y ruido ambiental, el mes de monitoreo fue enero del 2022, incluyendo la comparación con el Monitoreo Basal realizado el mes de octubre del 2021 como medio de comparación.

Los resultados recopilados corresponden a la obra: "Creación de los sistemas de agua potable dependientes del reservorio N39 y alcantarillado sanitario del distrito de Cerro Colorado - Arequipa", y a continuación se presenta los puntos de monitoreo de aire y ruido:

Tabla 3

Puntos del Monitoreo Basal de Calidad de Aire y Ruido Ambiental

CALIDAD DE AIRE Y RUIDO AMBIENTAL

ITEM	PUNTO DE MUESTREO	COORDENADAS UTM-WG84	
		ESTE	NORTE
1	A-02-N39	222140.00	8193229.00
2	R-01-N39	222135.00	8193266.00

3	R-02-N39	221163.00	8192901.00
---	----------	-----------	------------

Fuente: Expediente Técnico del Proyecto N-39

Tabla 4

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

Tabla 5

Puntos de monitoreo de Ruido ambiental - II Monitoreo - Coordenadas UTM

PUNTO DE MUESTREO	RUIDO AMBIENTAL – N39	
	COORDENADAS UTM – WG 84	
	ESTE	NORTE
RA- 01 – ENE	221550.74	8193310.22
RA – 02 – ENE	221973.52	8193047.46
RA – 03 – ENE	221325.78	8192946.45
RA – 04 - ENE	221622.36	8192611.87

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 y ruido son de acuerdo al tipo de actividad que se realizó en su momento, 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.

- Material particulado PM₁₀
- Material particulado PM_{2.5}
- Monóxido de Carbono (CO)
- Dióxido de Azufre (SO₂)
- Dióxido de Nitrógeno (NO₂)

El monitoreo de la calidad de aire y ruido se realizó de forma mensual conforme a lo establecido en los instrumentos de gestión ambiental de la obra,

pero solo se toma en consideración al II monitoreo de aire y ruido para el presente estudio, así mismo se indica también que se recopiló los resultados del monitoreo basal antes de empezar cualquier tipo de movimiento de tierra en la obra.

En total se identificaron y monitorearon en 4 estaciones de monitoreo para determinar la intensidad con que varían los niveles de calidad del aire y 4 para ruido ambiental. Se realizó el monitoreos basal en el mes de octubre del 2021 por 5 días.

Para la recolección de los datos se utilizó como técnicas e instrumentos los siguientes puntos:

a. Técnicas:

- **Observación directa**, estuvo basado mediante el reconocimiento de campo en la zona de estudio, para obtener todos los datos pertinentes observables que permitan la elaboración del estudio, así mismo poder ubicar los puntos de monitoreo de los parámetros evaluados.
- **Investigación bibliográfica**, donde se realizó un análisis bibliográfico sobre el tema a tratar, antecedentes, publicaciones científicas, artículos científicos, etc. Así mismo se hizo uso de libros virtuales y físicos como parte adquisitiva de conocimientos previos.
- **Recopilación de datos**, para lograr la disponibilidad de los resultados del monitoreo de la calidad de aire y ruido ambiental del área de influencia a las actividades de la obra: "Creación de los sistemas de agua potable dependientes del reservorio N39 y alcantarillado sanitario del distrito de Cerro Colorado – Arequipa.

b. Instrumentos:

- Ley General del Ambiente. (Ley N° 28611 del 13-10-2005).

- Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Aire. D.S. N° 003-2017-MINAM
- Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido. D.S. N° 085 – 2003 – PCM.
- II Monitoreo Ambiental, Informe Técnico N° 710PE801.IT.JHM.020
- Informe de monitoreo ambiental sector N°39 – línea base

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 tuvo a un conjunto de actividades o acciones a seguir para lograr obtener los datos precisados y consta de lo siguiente:

Para el análisis e interpretación de la información recopilada a través del monitoreo de la calidad de aire y ruido ambiental del área de influencia a las actividades de la obra: "Creación de los sistemas de agua potable dependientes del reservorio N39 y alcantarillado sanitario del distrito de Cerro Colorado – Arequipa", se pasó a realizar un análisis comparativo de los resultados del monitoreo basal y II monitoreo de aire y ruido con la normativa ambiental vigente para cada caso (ECA) a fin de poder identificar cómo estos se comportan en el medio ambiente y si se encuentran cumpliendo las mencionadas normas ambientales, por tanto poder obtener las conclusiones del estudio.

3.9. Orientación ética

La ética en la investigación exige que la práctica de la ciencia se realice conforme a principios éticos que aseguren el avance del conocimiento, la

comprensión y mejora de la condición humana y el progreso de la sociedad. Se focaliza el interés en la consideración de los aspectos éticos de la investigación, en su naturaleza y fines (respeto a la dignidad del ser humano, a la autonomía de su voluntad, protección de sus datos, privacidad, confidencialidad, bienestar animal y preservación del medio ambiente).

Habida cuenta de la creciente importancia de las implicaciones éticas en el quehacer científico, así como de la diversa legislación desarrollada en este ámbito, los comités de ética desempeñan un rol fundamental, contribuyendo a que la investigación por parte de la comunidad científica se realice conforme a la normativa vigente y con absoluto respeto a los principios, compromisos y exigencias bioéticas y de bioseguridad en general. (CSIC, 2023)

La ética científica apela a la honestidad y la integridad en todas las etapas de la práctica científica, desde la divulgación de los resultados, independientemente de cuales sean, hasta la atribución adecuada de los colaboradores. Este sistema de la ética guía la práctica de la ciencia, desde la recopilación de datos a la publicación y más allá aún. (Carpi, 2009)

Por ello, en el presente estudio de investigación se recopilarán los resultados del monitoreo realizado de la calidad de aire y ruido ambiental, tomándose como instrumento normativo ambiental de comparación a los ECA para aire y ruido respectivamente, los cuales serán utilizados para realizar el análisis interpretativo del monitoreo de calidad de aire y ruido ambiental del área de influencia a las actividades de la obra: "Creación de los sistemas de agua potable dependientes del reservorio N39 y alcantarillado sanitario del distrito de Cerro Colorado – Arequipa", así mismo debo mencionar que los datos obtenidos provienen de fuentes seguras o de primera línea, fue estructurado según el

esquema proporcionado por la UNDAC, los resultados y discusión serán presentados según los objetivos planteados, doy fe que es una investigación única y que será respetado toda información recopilada y utilizada en la presente mediante el respeto de los derechos de autor mediante la cita correspondiente.

CAPITULO IV

PRESENTACION DE RESULTADOS

4.1. Presentación, análisis e interpretación de resultados

El presente estudio de investigación ha obtenido información 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 de estudio

Se recopilaron los resultados del 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 (ECA para aire).

Dicho monitoreo basal se realizaron los días 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 Analytical 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 Km² 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: Ministerio de vivienda, construcción y saneamiento. (2021)

Para el monitoreo basal se tomó a 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 6

Tabla Comparativa de los Resultados del monitoreo basal de Aire, según D.S.
N° 003-2017-MINAM (ECA)

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: Ministerio de vivienda, construcción y saneamiento. (2021) Informe de Monitoreo Ambiental sector N°39 – Línea Base

Tabla 7

Resultados Promedios de Parámetros Meteorológicos – Línea base

Punto de monitoreo	A-02-N39	A-02-N39	A-02-N39	A-02-N39	A-02-N39
--------------------	----------	----------	----------	----------	----------

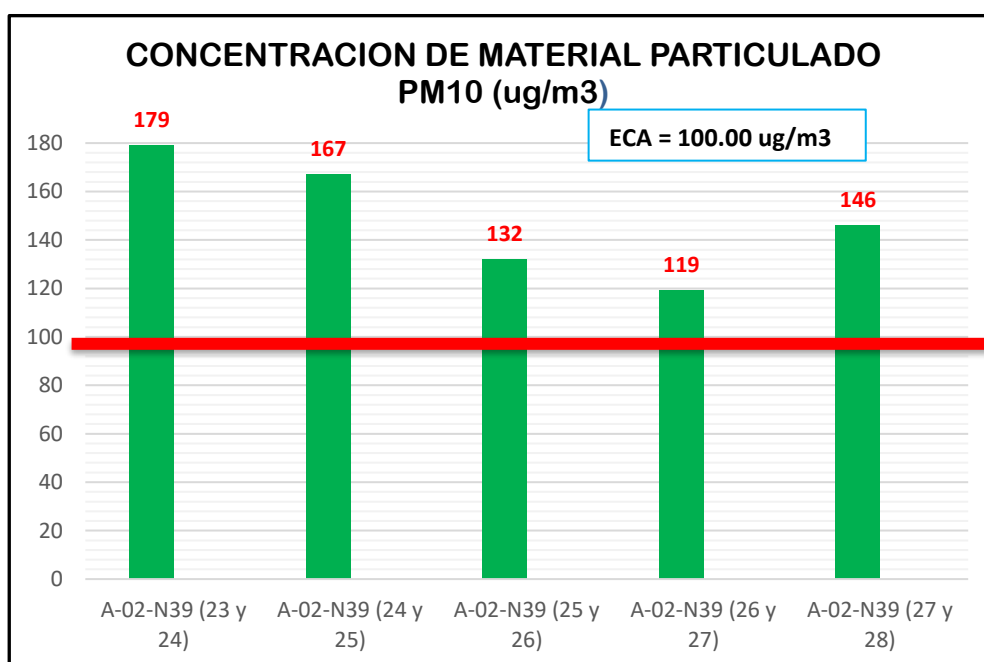
HORA Y FECHA DEL MUESTREO	2021-10-23 y	2021-10-24 y	2021-10-25 y	2021-10-26 y	2021-10-27 y
	24	25	26	27	28
	10:30:00 a.m.	10:30:00 a.m.	10:30:00 a.m.	10:30:00 a.m.	10:30:00 a.m.
Temperatura(°C)	16.2	15.56	14.18	14.17	14.88
Humedad (%)	31.41	32.29	33.62	46.08	47.91
Velocidad del viento (m/s)	1.4	1.67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

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

Fuente: Ministerio de vivienda, construcción y saneamiento. (2021) Informe de Monitoreo Ambiental sector N°39 – Línea Base

Gráfico 1

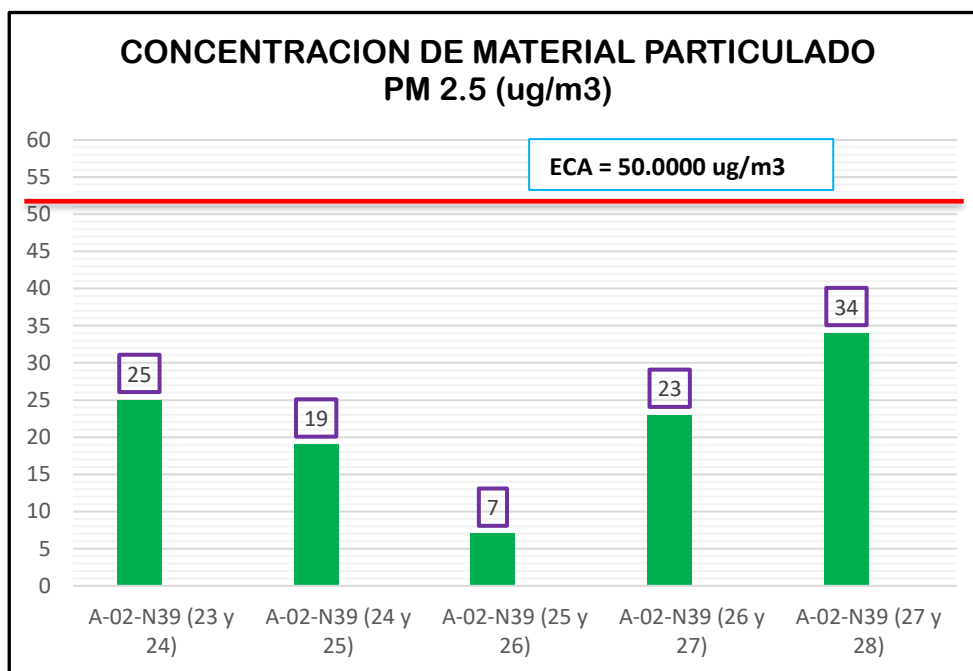
Concentración de Material Particulado PM10



Fuente: Ministerio de vivienda, construcción y saneamiento. (2021) Informe de Monitoreo Ambiental sector N°39 – Línea Base

Gráfico 2

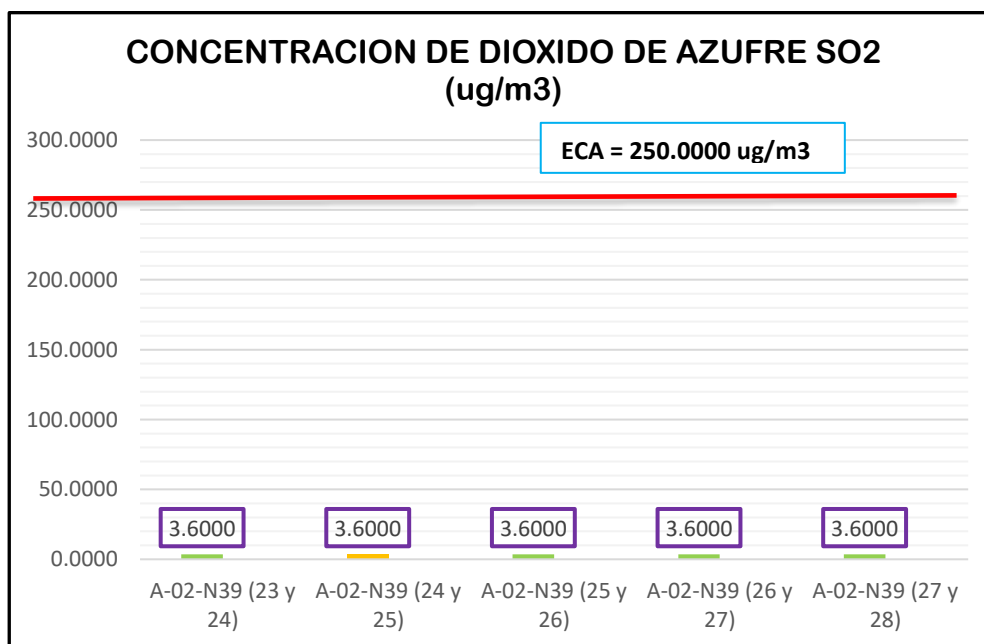
Concentración de Material Particulado PM2.5



Fuente: Ministerio de vivienda, construcción y saneamiento. (2021) Informe de Monitoreo Ambiental sector N°39 – Línea Base

Gráfico 3

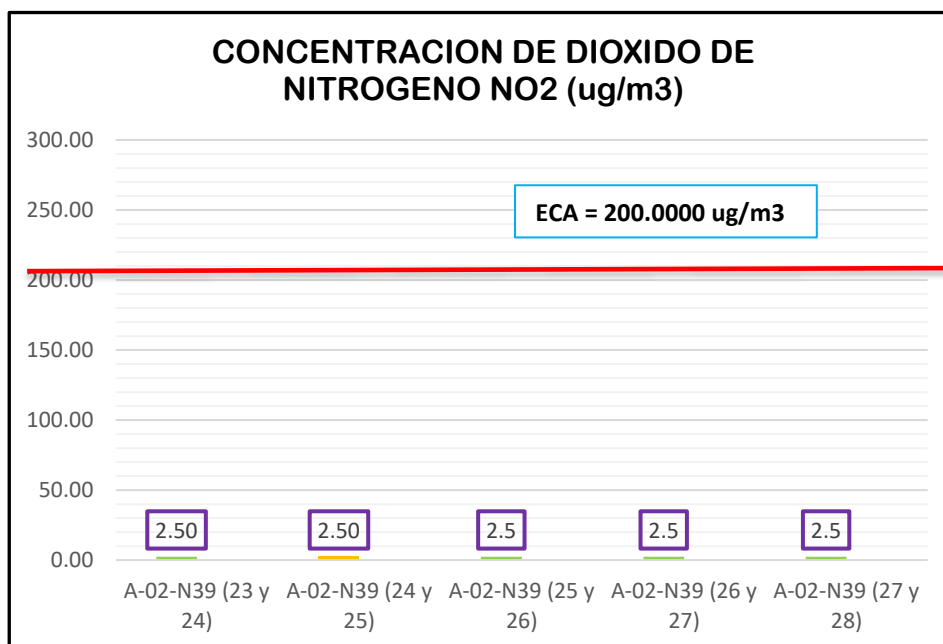
Concentración de Dióxido de Azufre (SO₂)



Fuente: Ministerio de vivienda, construcción y saneamiento. (2021) Informe de Monitoreo Ambiental sector N°39 – Línea Base

Gráfico 4

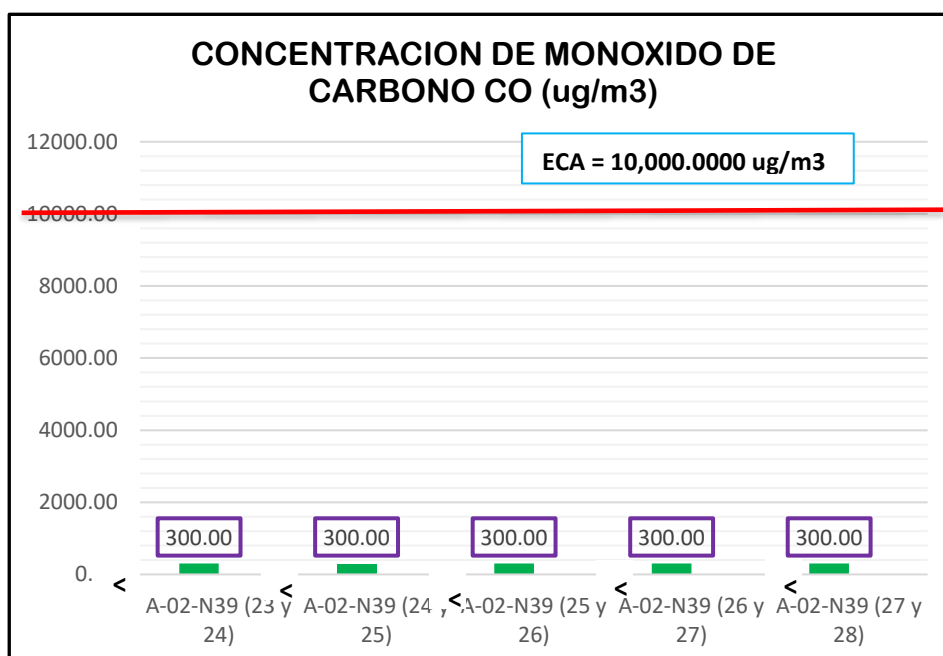
Concentración de Dióxido de Nitrógeno (NO₂)



Fuente: Ministerio de vivienda, construcción y saneamiento. (2021) Informe de Monitoreo Ambiental sector N°39 – Línea Base

Gráfico 5

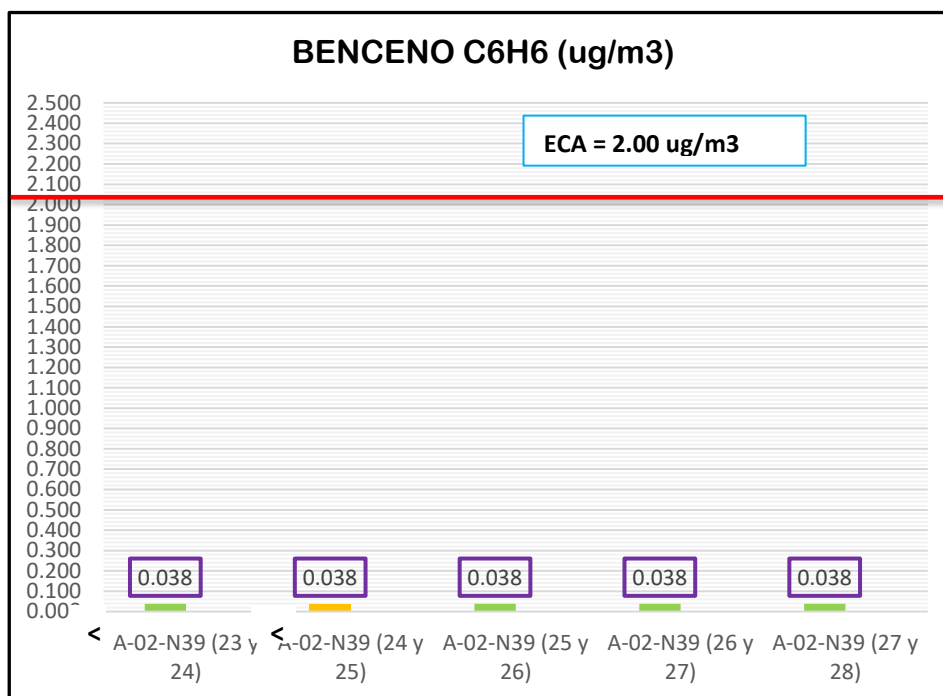
Concentración de Monóxido de Carbono (CO)



Fuente: I Ministerio de vivienda, construcción y saneamiento. (2021) Informe de Monitoreo Ambiental sector N°39 – Línea Base

Grafico 6

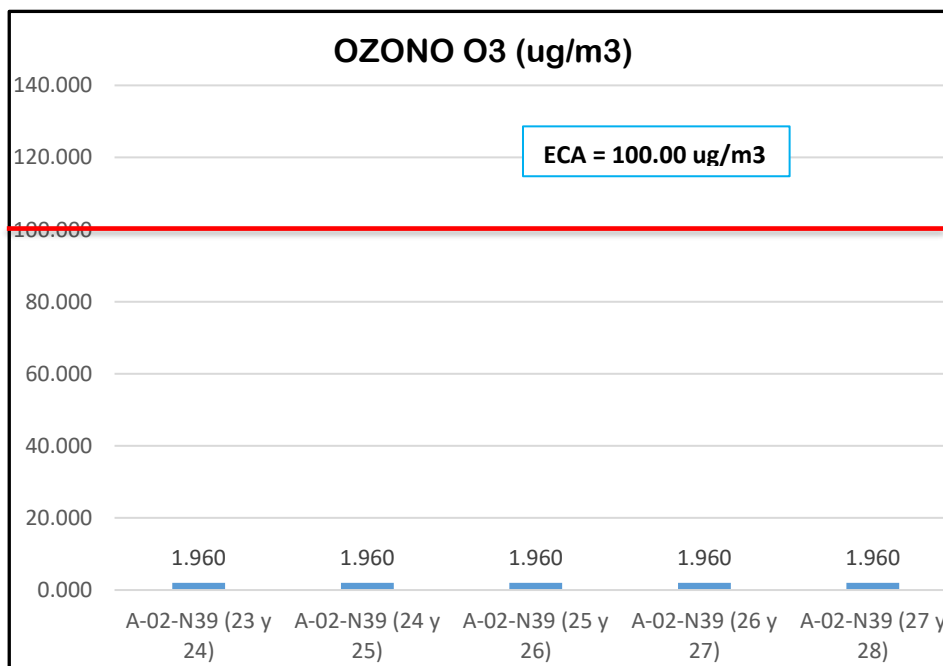
Concentración de Benceno (C6H6)



Fuente: Ministerio de vivienda, construcción y saneamiento. (2021) Informe de Monitoreo Ambiental sector N°39 – Línea Base

Grafico 7

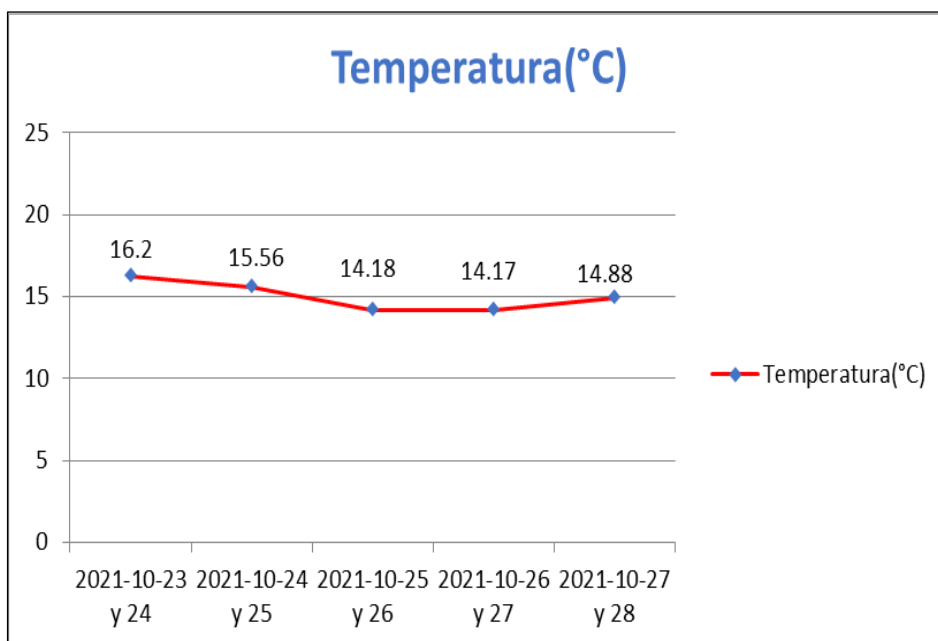
Concentración de Ozono (O3)



Fuente: Ministerio de vivienda, construcción y saneamiento. (2021) Informe de Monitoreo Ambiental sector N°39 – Línea Base

Gráfico 8

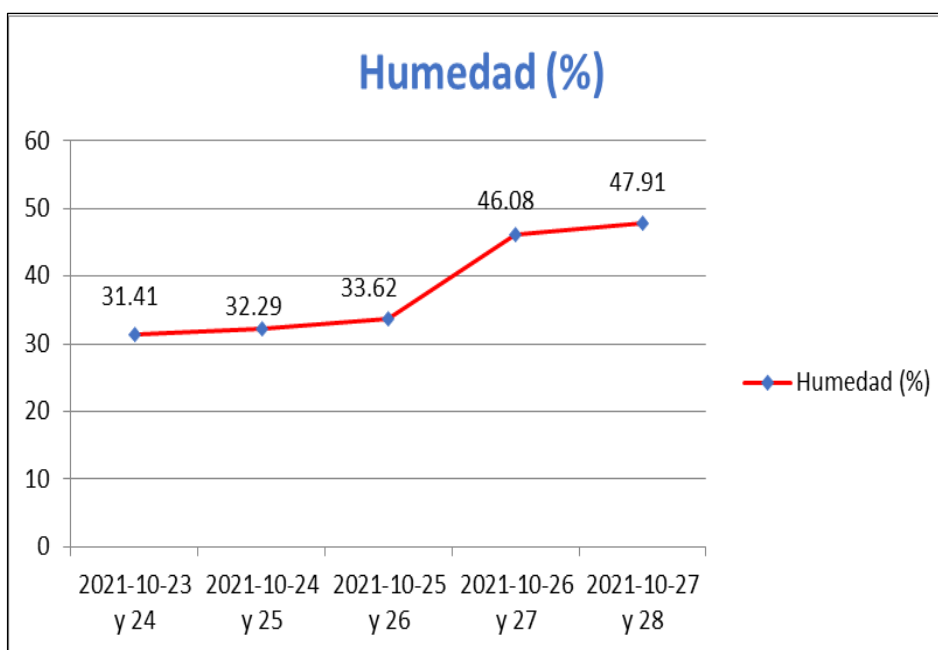
Resultados de Parámetros Meteorológicos (Del 23/09/2021 al 28/09/2021) – A-02-N39 / Temperatura



Fuente: Ministerio de vivienda, construcción y saneamiento. (2021) Informe de Monitoreo Ambiental sector N°39 – Línea Base

Gráfico 9

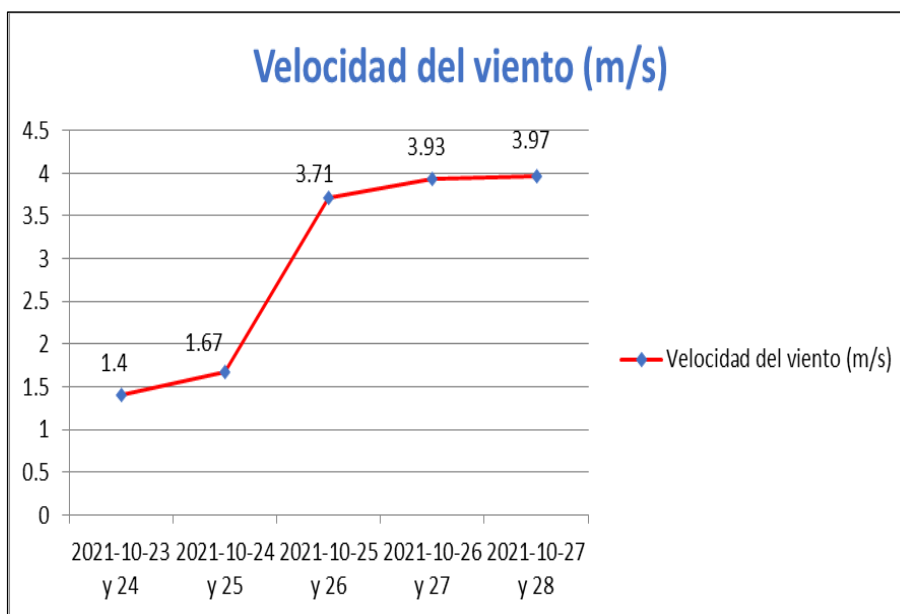
Resultados de Parámetros Meteorológicos (Del 23/09/2021 al 28/09/2021) – A-02-N39 / Humedad



Fuente: Ministerio de vivienda, construcción y saneamiento. (2021) Informe de Monitoreo Ambiental sector N°39 – Línea Base

Grafico 10

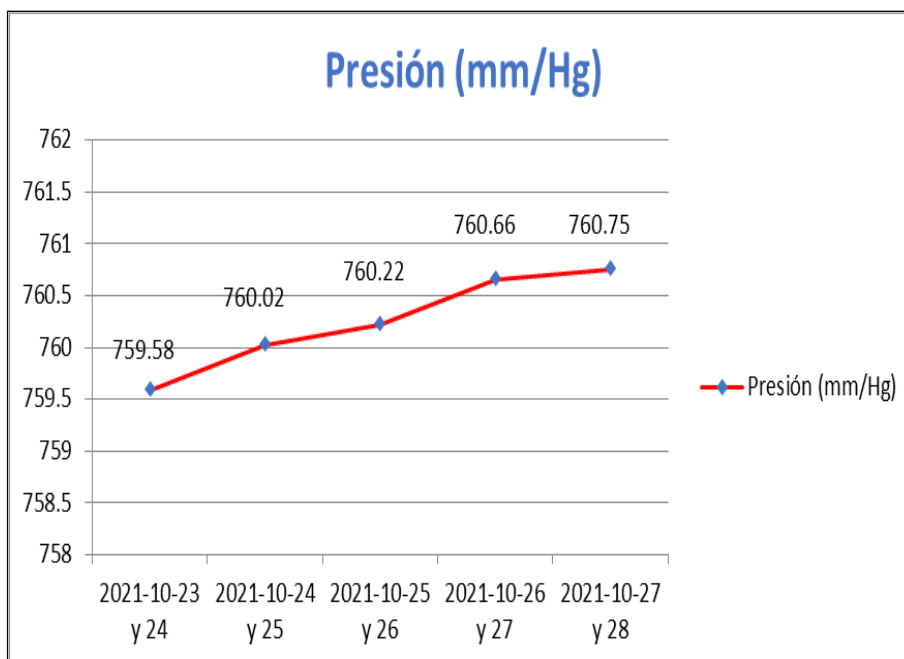
Resultados de Parámetros Meteorológicos (Del 23/09/2021 al 28/09/2021) – A-02-N39 / Velocidad del viento



Fuente: Ministerio de vivienda, construcción y saneamiento. (2021) 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



Fuente: Ministerio de vivienda, construcción y saneamiento. (2021) Informe de Monitoreo Ambiental sector N°39 – Línea Base

4.1.2. Resultados del II Monitoreo de Aire

El II monitoreo de calidad de aire del mencionado fue realizado del jueves 27 al sábado 29 de enero del 2022, 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 continuación, se presentan los resultados promedios de los Parámetros Meteorológicos en la siguiente tabla:

Tabla 8

Resultados Promedios de los Parámetros Meteorológicos

Punto de Monitoreo	CA- 01 - ENE	CA- 02 - ENE	CA- 03 - ENE	CA- 04 - ENE
Temperatura (T°)	18.2	18.3	18.6	18.3
Humedad (%)	27	22	22	22
Velocidad de viento (m/s)	2.45	2.67	2.72	2.73
Dirección del viento (puntos cardinales)	NE (Nor Este)	NE (Noreste)	ENE (Este Nor Este)	SW (Sur Oeste)
Presión (mbar)	759.6	759.7	760.0	760.2
Fecha	27 -28 Enero 2022	27 - 28 Enero 2022	28 – 29 Enero 2022	19 – 20 Diciembre 2021

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

Tabla 9

Tabla Comparativa 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	UNI D	AIR E (*)	RESULTADOS			
Material Particulado PM10	ug/m 3	100	124.4	154.7	184.6	187.7
Material Particulado PM2.5	ug/m 3	50	64.8	82.4	77.8	61.7
Dióxido de Azufre (SO2)	ug/m 3	250	<3.3	<3.3	<3.3	<3.3
Dióxido de Nitrógeno (NO2)	ug/m 3	200	<1.8	<1.8	<1.8	<1.8
Monóxido de Carbono (CO)	ug/m 3	1000 0	<738	<738	<738	<738

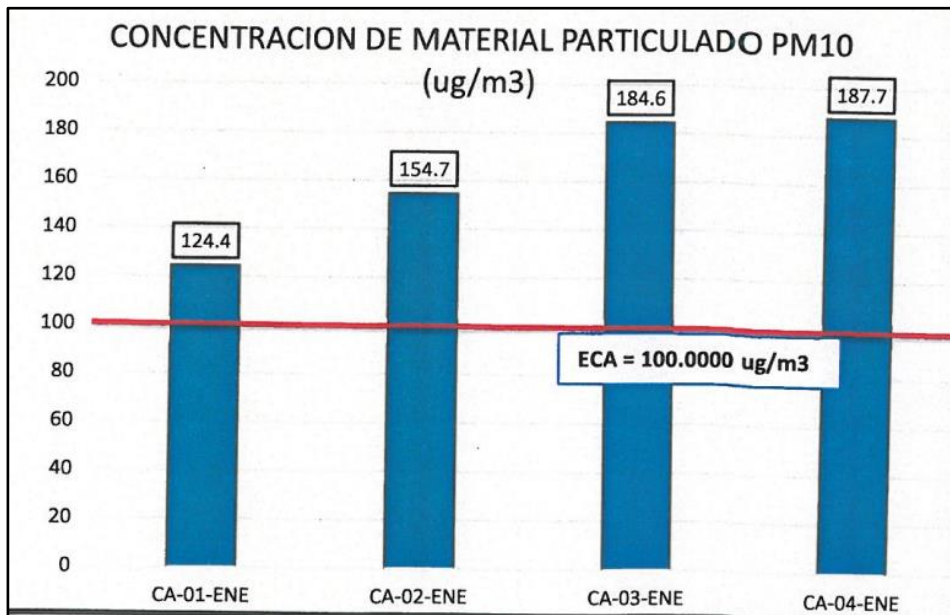
(<) Por debajo del límite de cuantificación del método de laboratorio

(*) Valor referido al reglamento de ECA del aire

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

Gráfico 12

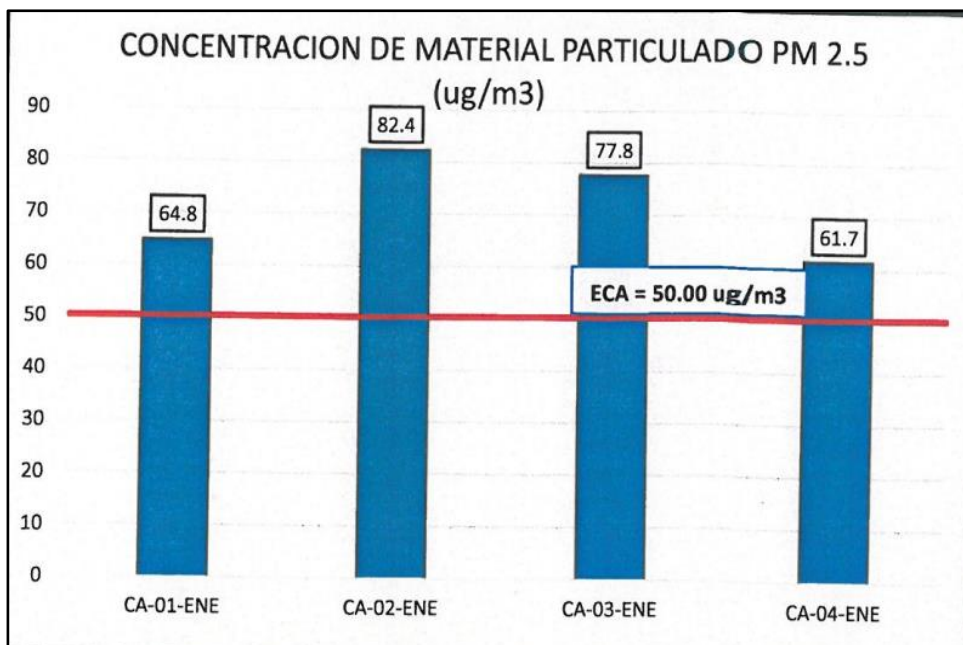
Concentración de material particulado PM10



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

Gráfico 13

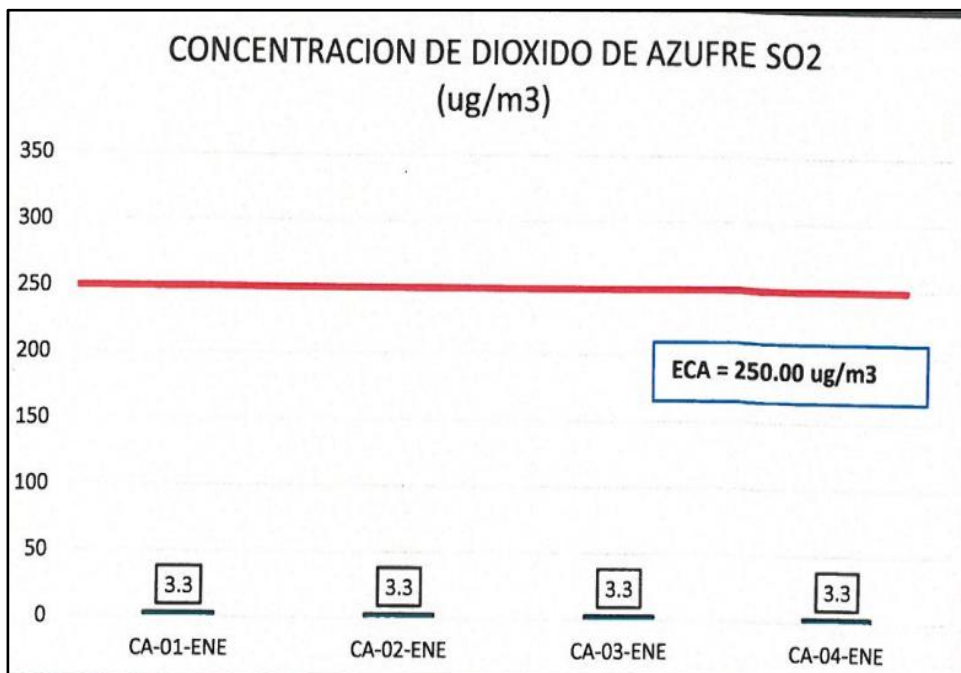
Concentración de material particulado PM2.5



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

Gráfico 14

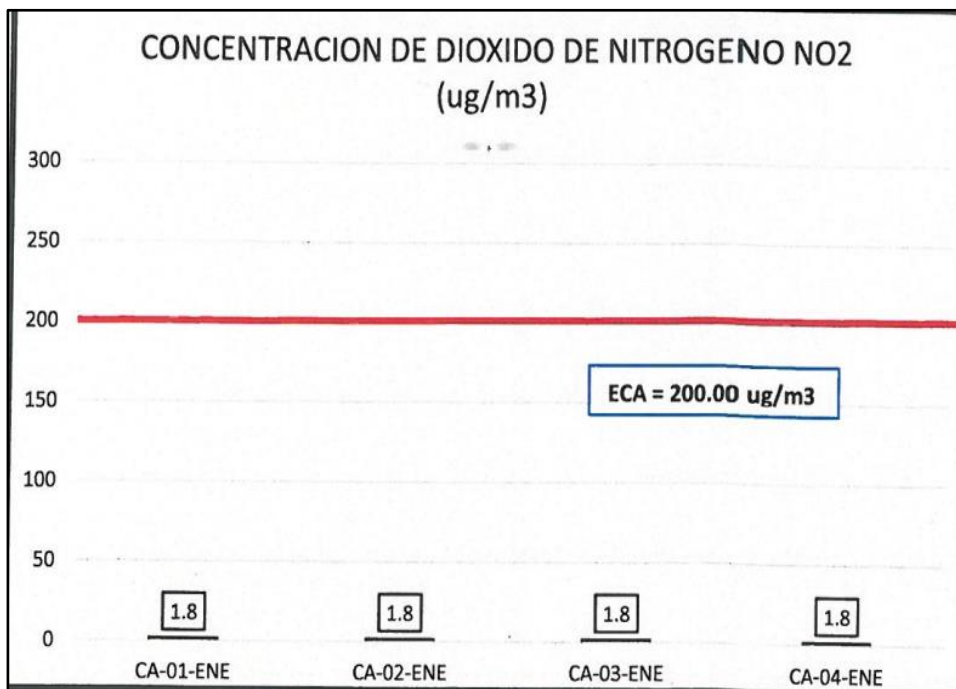
Concentración de Dióxido de Azufre (SO₂)



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

Gráfico 15

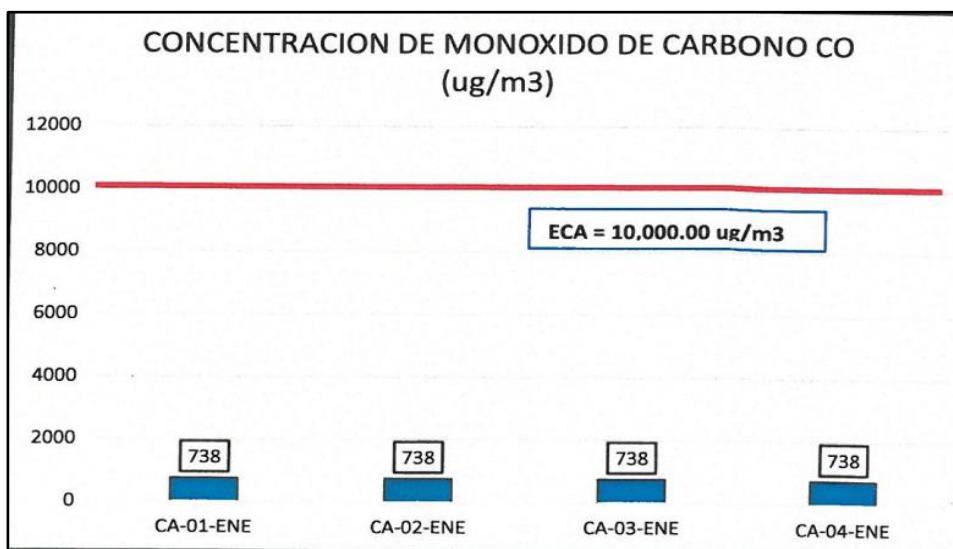
Concentración de Dióxido de Nitrógeno (NO₂)



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

Gráfico 16

Concentración de Dióxido de Nitrógeno (NO₂)



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

Tabla 10

Comparativo de los Resultados II monitoreo de la calidad de aire con el Monitoreo Basal y ECA

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 (SO ₂)	ug/m3	250	<3,3	<3,3	<3,3	<3,3	<3,6
Dióxido de Nitrógeno (NO ₂)	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

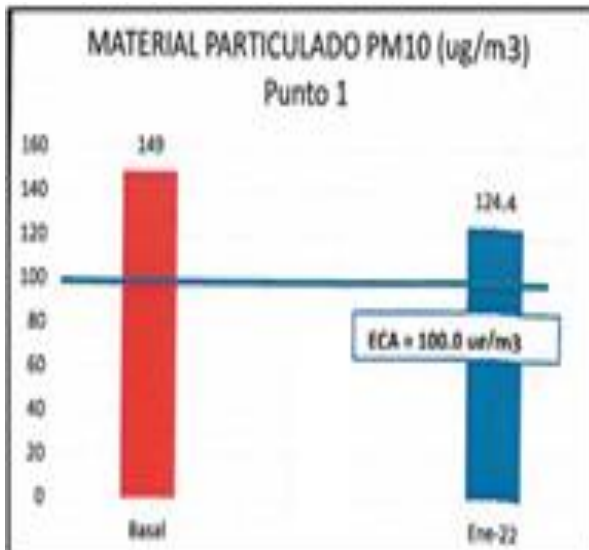
(*) Valor referido al DS N° 085 – 2003-PCM- Turno día

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

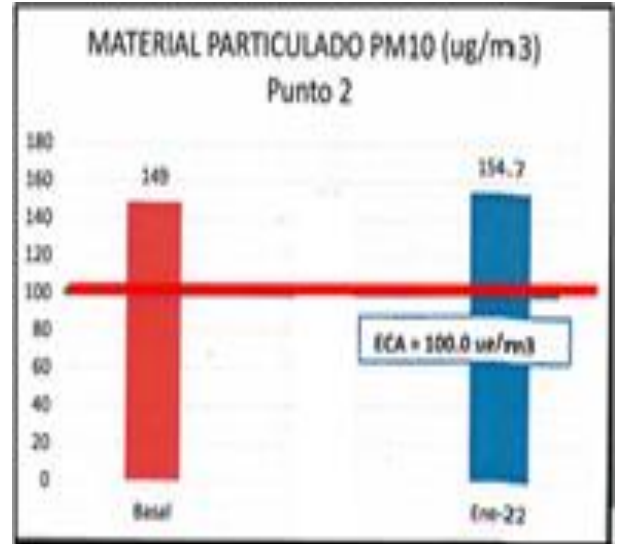
Gráfico 17

Comparación de la concentración de Material Particulado PM10 con Monitoreo Basal – Enero

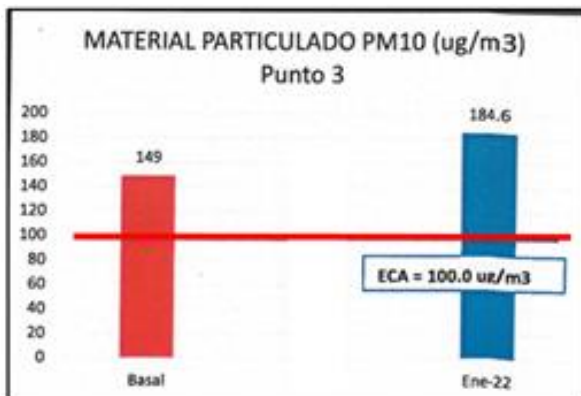
Punto 1



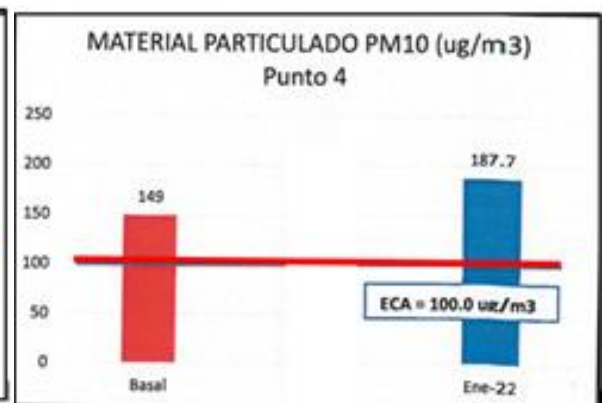
Punto 2



Punto 3



Punto 4

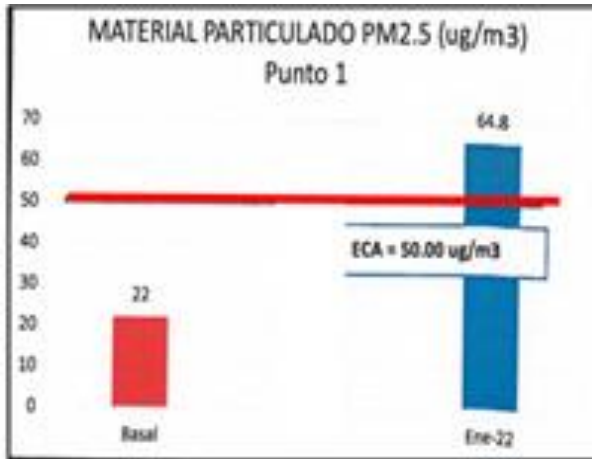


Fuente: Informe de monitoreo ambiental sector N39 – II monitoreo de obra

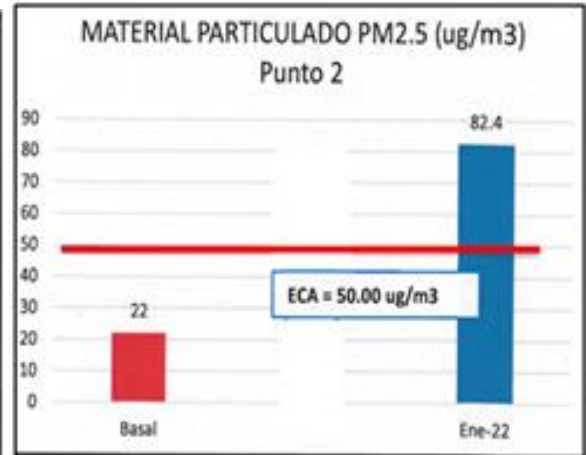
Gráfico 18

Comparación de la concentración de Material Particulado PM2.5 con Monitoreo Basal - Enero

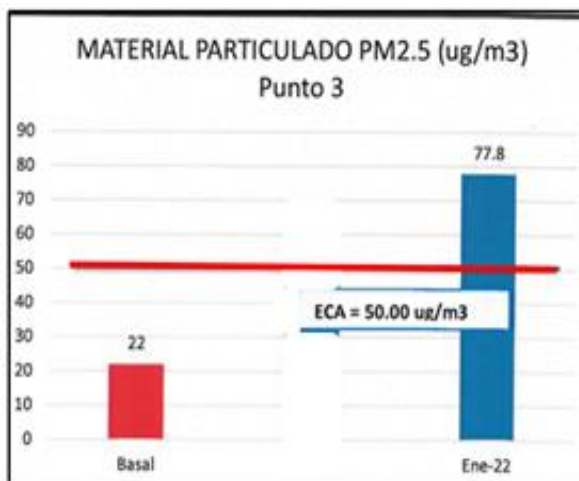
Punto 1



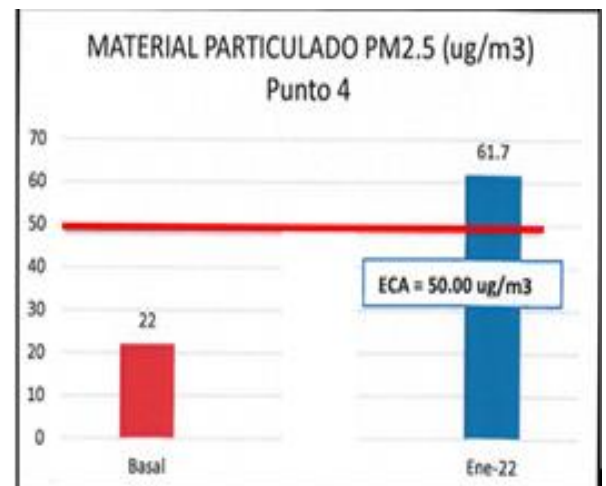
Punto 2



Punto 3



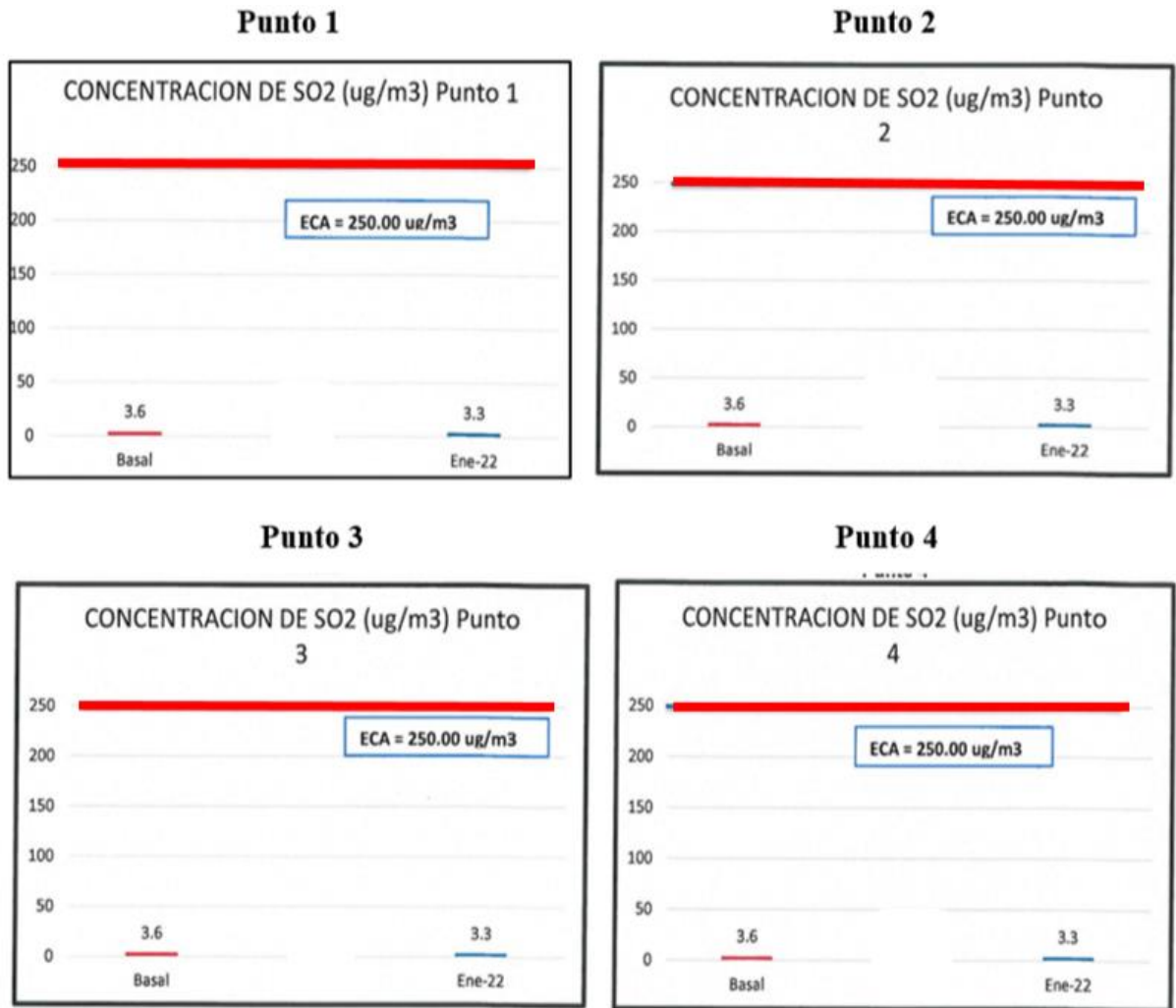
Punto 4



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

Gráfico 19

Comparación de la concentración de SO₂ con Monitoreo Basal - Enero

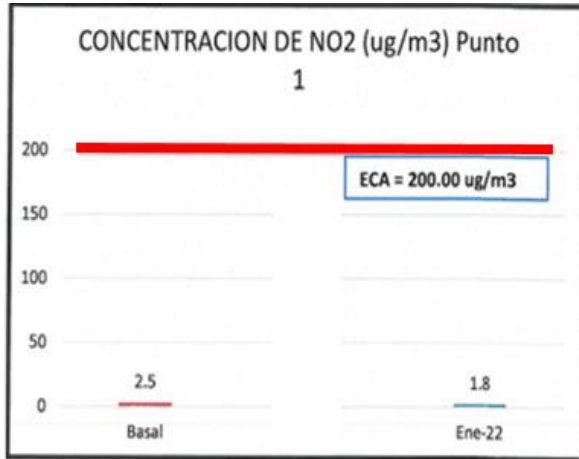


Fuente: Informe de monitoreo ambiental sector N39 – II monitoreo de obra

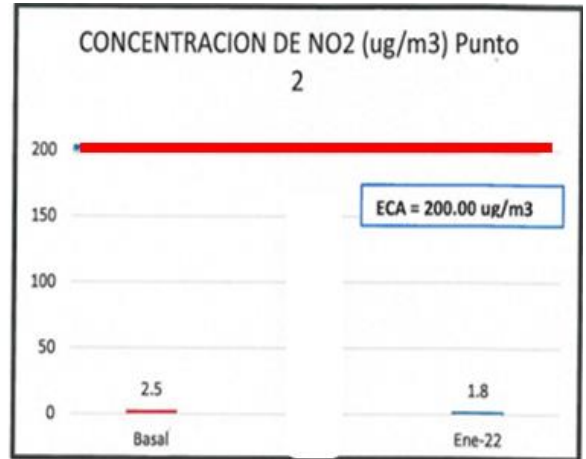
Gráfico 20

Comparación de la concentración de NO₂ con Monitoreo Basal – Enero

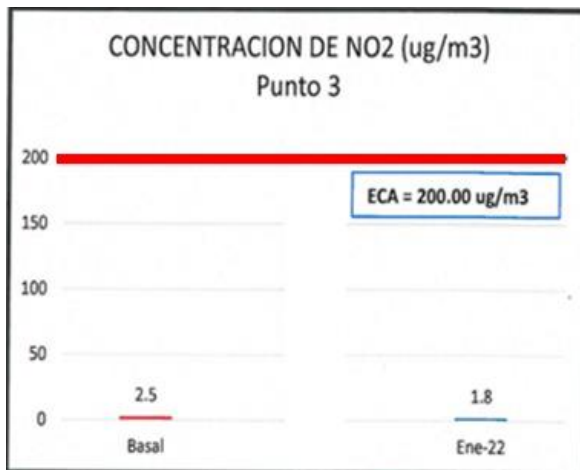
Punto 1



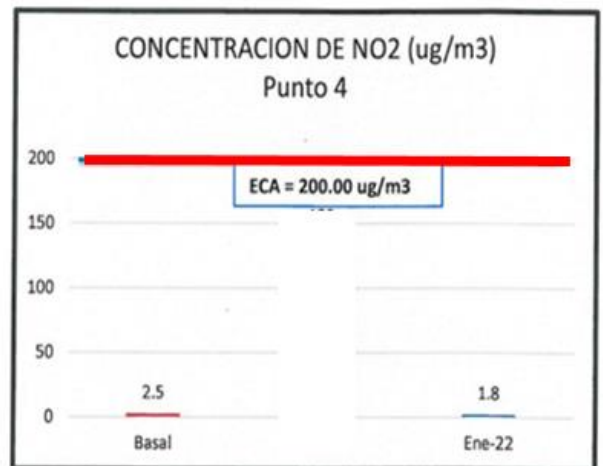
Punto 2



Punto 3



Punto 4

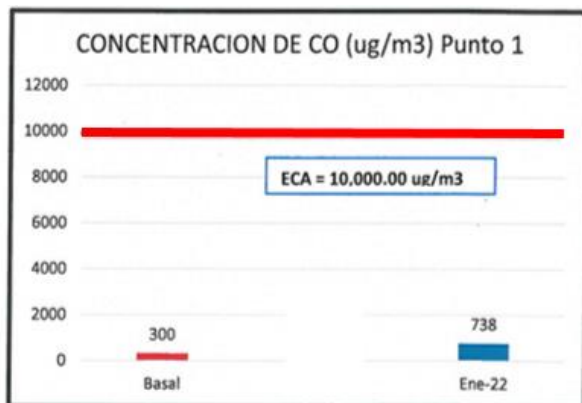


Fuente: Informe de monitoreo ambiental sector N39 – II monitoreo de obra

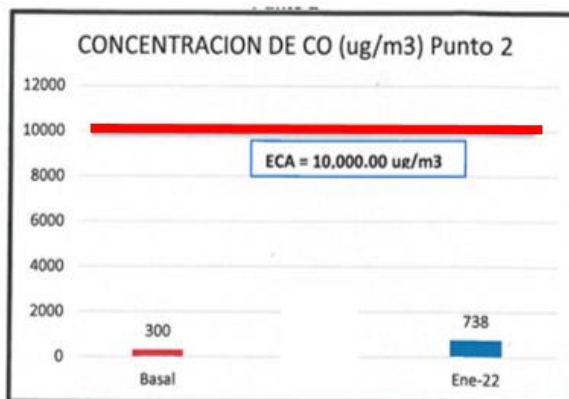
Gráfico 21

Comparación de la concentración de CO con Monitoreo Basal – Enero

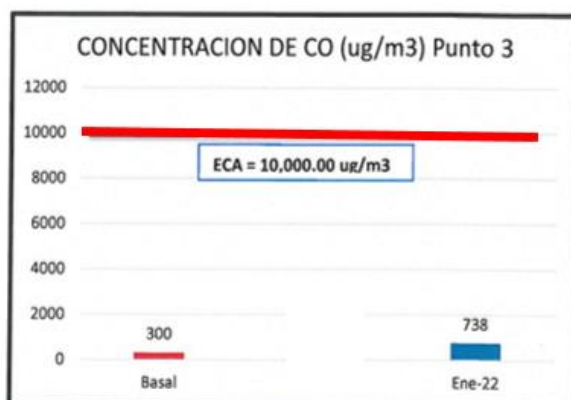
Punto 1



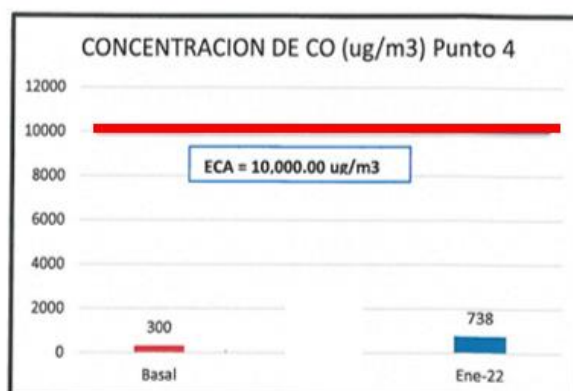
Punto 2



Punto 3



Punto 4



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

4.1.3. Resultados del Monitoreo de Calidad de Ruido Ambiental – Línea base

A continuación, se presentan los resultados obtenidos del monitoreo basal de la calidad del aire efectuado en el año 2021 y fue efectuado en 2 puntos de monitoreo, antes de realizar los trabajos del mencionado proyecto, los cuales sirvieron como medio de comparación a los resultados del II monitoreo de calidad de ruido ambiental en la zona de estudio y se presenta en la siguiente tabla:

Tabla 11

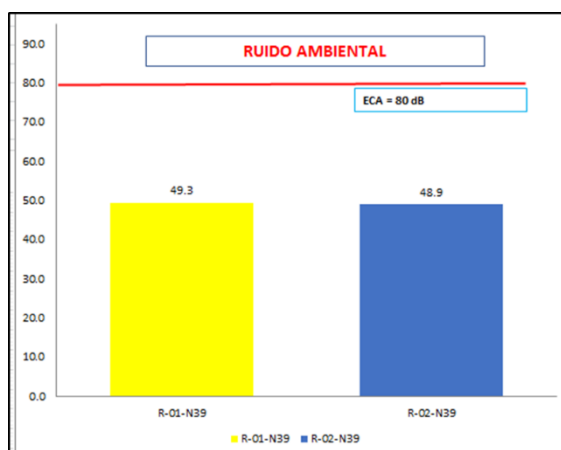
Resultados del monitoreo basal de ruido ambiental turno diurno comparado con ECA

Punto de Muestreo		ECA	Monitoreo Basal	
Parámetro	UND	Ruido (*)	R – 01- N39	R – 02 – N39
Ruido ambiental	dB	80	49.3	48.9

Fuente: Ministerio de vivienda construcción y saneamiento. (2021)

Gráfico 22

Resultado de monitoreo basal de Ruido Ambiental



Fuente: Ministerio de vivienda construcción y saneamiento. (2021)

4.1.4. Resultados del Monitoreo de calidad de Ruido Ambiental con la normativa

A continuación, se presenta en la siguiente tabla los resultados del monitoreo de ruido ambiental comparado con la normativa DS N° 085-2003-PCM en el horario Turno día:

Tabla 12

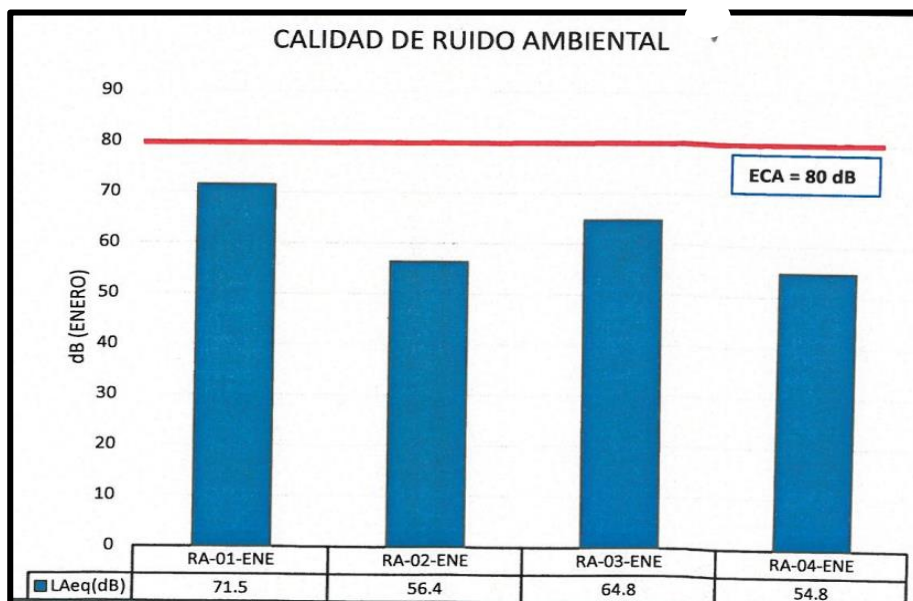
Resultados del II monitoreo de ruido ambiental turno diurno y comparado con ECA

Punto de Muestra	Fecha	Hora	Nivel de Presión Sonora			Estándar de comparación para ruido diurno – zona - industrial ECA
			Max	Min	LAEQ Tdb	
RA – 01 - ENE	29/01/2022	9:26 am	87.7	57.3	71.5	80
RA - 02 - ENE	29/01/2022	9:33 am	68.1	43.5	56.4	
RA – 03 - ENE	29/01/2022	9:55 am	89.5	43.4	64.8	
RA – 04 - ENE	29/02/2022	10:40 am	75.4	41.7	54.8	

Fuente: Informe de monitoreo ambiental sector N39 – II monitoreo de obra/DS N° 085-2003-PCM

Gráfico 23

Resultados de Comparación de ruido ambiental II monitoreo con ECA



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

Tabla 13

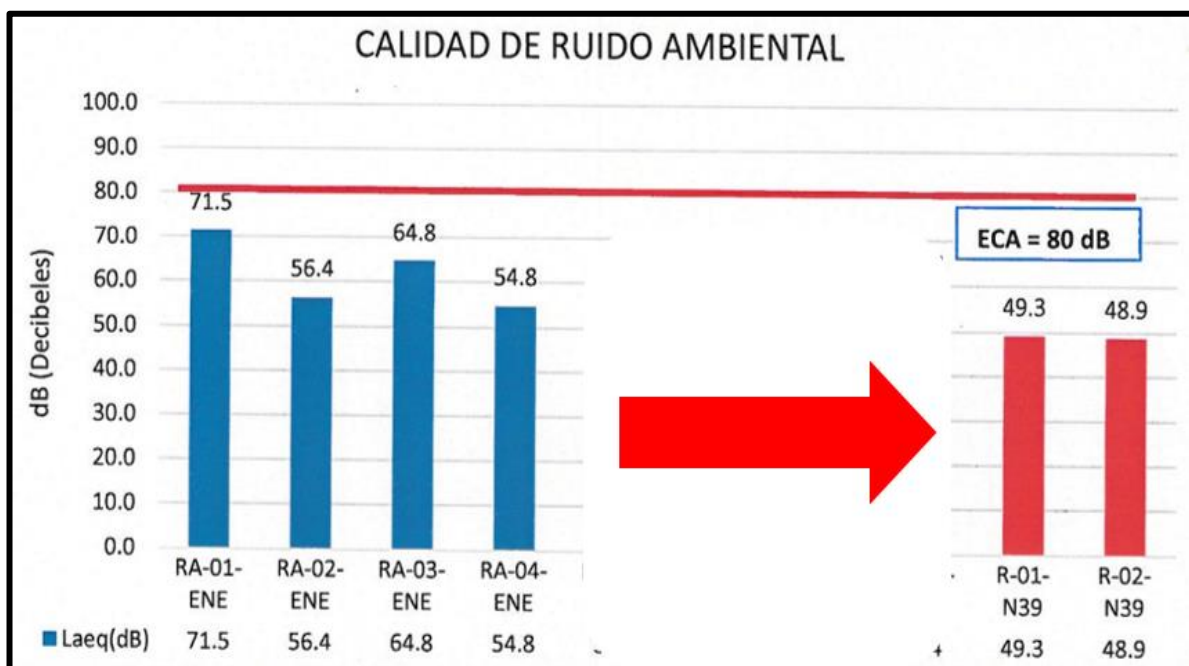
Resultados del II Monitoreo de Ruido Ambiental - turno diurno y comparado con Monitoreo Basal -ECA

Punto de Muestreo		ECA	2do Monitoreo				Monitoreo Basal	
Parámetro	UN D	Ruido (*)	RA – 01-ENE	RA -02 - ENE	RA - 03- ENE	RA -04 - ENE	R – 01 –N39	R -02 –N39
Ruido Ambiental	dB	80	71.5	56.4	64.8	54.8	49.3	48.9

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

Gráfico 24

Resultados del II monitoreo de ruido ambiental turno diurno y comparado con Monitoreo Basal –ECA



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

4.2. Discusión de Resultados

A. Sobre el Monitoreo Basal Calidad de Aire

Análisis: Los valores obtenidos para **PM10** es de 179 ug/m³, 167 ug/m³, 132 ug/m³, 119 ug/m³ y 146 ug/m³ 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 encima del estándar de calidad ambiental (100 Ug/m³) 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/m³, 19 ug/m³, 7 ug/m³, 23 ug/m³ y 34 ug/m³ en A-02-N39; por lo que se puede observar 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 (50 Ug/m³) establecido en el D.S. N° 003-2017-MINAM, llegando a cumplir la norma (ECA para aire).

Así mismo los valores obtenidos para SO₂ es de <3.6 ug/m³ 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 (250 Ug/m³) establecido en el D.S. N° 003-2017-MINAM, llegando a cumplir también la norma (ECA para aire).

Los valores obtenidos para NO₂ es de <2.5 ug/m³ 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/m³) 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/m³ en A-02-N39; por lo que se puede observar 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 (10000 Ug/m³) establecido en el D.S. N° 003-2017-MINAM, llegando a cumplir la norma (ECA para aire).

Los valores obtenidos para C₆H₆ (Benceno) es de <0.038 ug/m³ en A-02-N39; por lo que se puede demostrar 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 (2 Ug/m³) establecido en el D.S. N° 003-2017-MINAM, llegando a cumplir la norma (ECA para aire).

Los valores obtenidos para O₃ (Ozono) es de <1.96 ug/m³ en A-02-N39; por lo que se puede observar 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 (100 Ug/m³) 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. Sobre el Monitoreo Basal Calidad de Ruido Ambiental

Análisis: Los valores obtenidos en el monitoreo de Ruido Ambiental en el punto R-01-N39 fue de 49.3 dB y en el punto R-02-N39 fue de 48.9 dB, por lo que dichos valores, en ambos puntos, se encuentran por debajo de los estándares de calidad ambiental para ruido, comparándose los valores con los de zona industrial (80dB), por tanto, se encontraban cumpliendo la normativa ambiental (ECA) antes de empezar a realizar los trabajos del mencionado proyecto.

C. Análisis Comparativo con las normas legales (ECA) y Monitoreo Basal del II Monitoreo de Aire y Ruido

a. 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) 100 ug/m³, establecido en el D.S. N° 003-2017- MINAM, donde se justifica como posibles causas de aumento de los valores de los niveles de PM₁₀, 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. 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, el aumento es por la presencia y funcionamiento de 2 hornos artesanales de ladrillos.

Los valores obtenidos para PM_{2,5} por lo que también en los 4 puntos de monitoreo se encuentran levemente por encima del ECA (50.00 ug/m³) establecido también en el D.S. 003- 2017- MINAM, siendo también como se observan los resultados al mes anterior y superando al monitoreo basal.

Todo ello se justifica como posible causa del aumento leve de los resultados de PM_{2,5}, es por el aumento de la velocidad de viento, también por el tránsito vehicular y teniendo en cuenta algo importante de causa que la zona en estudio es una zona no pavimentada o impermeabilizada.

Los valores obtenidos de Dióxido de azufre (SO₂) 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 (NO₂) 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.

Los valores obtenidos para monóxido de carbono (CO) en las estaciones de muestreo son menores al límite de cuantificación del método de <738 ug/m³ por lo tanto, se encuentra por debajo de los estándares de calidad ambiental (10000.00 ug/m³) establecido en el DS N° 003 – 2017 – MINAM.

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).

c. Ruido Ambiental II monitoreo

Los resultados de ruido ambiental en el horario diurno para RA – 01 – ENE fue de 71,5dB, RA – 02 – ENE fue de 56.4dB, RA -03 – ENE fue de 64.8dB y RA- 04 – ENE fue de 54.8dB, dichos resultados se encuentran por debajo del estándar nacional de calidad ambiental de ruido 80dB, establecidos en el DS N° 085-2003-PCM, comparándose con los valores de la zona industrial 80dB; lo que nos demuestra que las actividades del mencionado proyecto no alteraron los niveles de ruido de la zona de estudio.

Como parte del análisis es imprescindible mencionar algunas repercusiones o problemas ocasionados por los parámetros que en el presente estudio se pudo identificar su alteración o concentración por encima de lo normal y de esta manera poder entender más sobre el tema y que se fundamenta a continuación:

Los efectos sobre la salud de la presencia de material particulado PM10 y PM 2.5 dependerá muchas veces del tamaño de las partículas que se encuentra directamente vinculado con el potencial para provocar problemas de salud. 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.

La exposición a la contaminación por partículas tiende a afectar en su mayoría a personas con enfermedades cardíacas o pulmonares, niños y adultos mayores. (EPA, 2023)

Sobre los efectos al medioambiente se tiene una serie de problemas comúnmente identificados como se menciona a continuación:

- **Deterioro en la visibilidad**

Las partículas finas (PM_{2,5}) son la causa principal de visibilidad reducida (bruma) en partes de los Estados Unidos, incluidos muchos de los preciados parques nacionales y áreas silvestres. (EPA, 2023)

Esto dependerá del tipo de actividad que se realiza en la zona, como en este caso estos parámetros se vieron alterados por la actividad propia del mencionado proyecto.

- **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. (en inglés)
- Daño sobre materiales

El PM puede manchar y dañar la piedra y otros materiales, incluidos los objetos importantes a nivel cultural, como estatuas y monumentos. Algunos de estos efectos están relacionados con los efectos de la lluvia ácida sobre los materiales. (EPA, 2023) ocasionando gastos extras al desgaste o deterioro de los materiales de construcción a utilizar en el mencionado proyecto.

La atmósfera es esencial para la vida por lo que sus alteraciones tienen una gran repercusión en el hombre y otros seres vivos. Es un medio extraordinariamente complejo y muy difícil de estudiar, más aún cuando se le añaden emisiones contaminantes en gran cantidad, como está sucediendo en estas últimas décadas. Una atmósfera cada vez más contaminada ha ido acompañada, en la historia, de significativos efectos sobre la salud pudiendo causar desde una simple molestia hasta la hospitalización de personas y la muerte. Las modificaciones que se producen en su composición química pueden

cambiar el clima, producir lluvia ácida o destruir la capa de ozono. Así mismo podemos mencionar que la partícula que no ingresa al aparato respiratorio (No inhalables), termina quedando atrapado en nuestras fosas nasales, al presentar un diámetro mayor a $10\ \mu\text{m}$ y el que si ingresa al aparato respiratorio es el que presenta un diámetro menor a $10\ \mu\text{m}$. (Aldunate, 2006) Por ello la importancia de realizar evaluaciones para poder determinar la magnitud de contaminación del aire por PM.

Naciones Unidas reconoce que a mediano y largo plazo la salud cardiovascular y respiratoria de la población mejoraría si los niveles de la contaminación del aire fueran menores, ya que esta constituye un importante riesgo medioambiental para la salud, tanto en los países desarrollados como en las naciones en desarrollo. (Gobierno de México, 2021)

Así mismo la contaminación acústica no solo afecta a la salud de las personas, sino que también afecta a la degradación ambiental. El transporte, la construcción, el tráfico aéreo o la industria son las principales fuentes de ruido ambiental que pasan casi desapercibidas pero cuyos efectos pueden provocar graves alteraciones en nuestros ecosistemas. “La exposición prolongada al ruido puede afectar de distintas formas a la salud produciendo molestias, trastornos del sueño, efectos perjudiciales en los sistemas cardiovascular y metabólico” afirma Eulalia Peris, experta de la AEMA en ruido ambiental. (AQUAE Fundación, 2023)

Por ello, desde organismos internacionales como la AEMA o la OMS, recomiendan a los gobiernos a tomar medidas para reducir la exposición a este tipo de contaminación. Solo en Europa, el ruido ambiental es la segunda causa de muerte por agentes contaminantes tras la contaminación del aire, así lo afirman desde la Sociedad Española de Acústica (SEA). (AQUAE Fundación, 2023), por tanto, no esperemos todavía a tener reportes de altos valores de ruido para poner en practica métodos de prevención o mitigación, la acción primordial es evitarlo a lo máximo.

CONCLUSIONES

El presente estudio llega a las siguientes conclusiones en base un análisis comparativo realizado con las normas legales (ECA) y la Línea base tanto en calidad de aire y ruido ambiental:

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/m³) establecido en el D.S. N° 003-2017-MINAM, por tanto, no cumple la norma ambiental (ECA para aire) debido a las actividades propias de los pobladores de la zona en estudio, eso quiere decir que antes de comenzar la obra este parámetro ya se encontraba por encima de lo permitido, lo que nos hace pensar que tanto la población y medio ambiente de la zona se encuentra en riesgo a sufrir las consecuencias de esta alteración.
- Los valores obtenidos para PM2.5, SO₂, NO₂, CO, C₆H₆ (Benceno) y O₃ (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) antes de iniciar la obra ya mencionada.
- Concerniente al parámetro de ruido ambiental podemos mencionar que los dos puntos evaluados, los valores obtenidos se encontraron cumpliendo la norma ambiental (ECA) antes de empezar las actividades del proyecto: "Creación de los sistemas de agua potable dependientes del reservorio N°39 y N°31 y alcantarillado sanitario del distrito de Cerro Colorado, provincia, departamento

y Región Arequipa” no existiendo riesgo alguno para los pobladores, personal de la obra y medio ambiente.

B. SOBRE EL ANÁLISIS COMPARATIVO CON LAS NORMAS LEGALES (ECA) Y MONITOREO BASAL

CALIDAD DE AIRE Y RUIDO AMBIENTAL II MONITOREO:

- Los valores obtenidos para PM10 en los 4 puntos de monitoreo correspondiente al II monitoreo de aire y los cuales se encuentran por encima del estándar de calidad ambiental (ECA), establecido en el D.S. N° 003-2017- MINAM, donde se justifica como posibles causas de aumento de los valores de los niveles de PM10, al incremento de la velocidad de viento durante los días de monitoreo, así mismo mencionar que las vías de acceso no se encuentran pavimentadas formando así material particulado constantemente, por la presencia del pase continuo de vehículos de transporte y por las razones ya mencionadas anteriormente. Pero existe algo insólito donde los valores iniciales obtenidos del monitoreo es decir de línea base se encontraban sobrepasando la normativa sin aun empezar las actividades de la obra y ya iniciada la obra se obtiene los resultados del II monitoreo donde los valores también se encuentran fuera de lo normal; pero lo insólito es que los valores son inferiores al monitoreo basal, a ello se asume que la empresa busco reducir la producción de partículas PM con ciertas acciones para reducir este impacto.
- En el II monitoreo los valores obtenidos para PM 2,5 muestran que los 4 puntos de monitoreo se encuentran de leve a moderado incremento de los valores y se encuentran por encima del ECA establecido según el D.S. 003- 2017- MINAM, así mismo se puede observar que este parámetro si sufrió una alteración en el

aumento de sus concentraciones y superando al monitoreo basal, todo ello se justifica también a las razones ya explicadas anteriormente.

- En esta ocasión también los valores obtenidos de SO₂, NO₂ 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 RECHAZAR la hipótesis según los resultados y el análisis comparativo realizado con el monitoreo basal y la norma ambiental ECA para aire y ruido, que el comportamiento de los parámetros del monitoreo de calidad de aire y ruido ambiental de la obra de Saneamiento y Alcantarillado sanitario del distrito de Cerro Colorado – Arequipa, se podrían encontrar bajo los valores de los ECA's; lo cual hace suponer que se encuentran cumpliendo los mencionados ECAs.
- Según las hipótesis específicas planteadas podemos DEMOSTRAR Y RECHAZAR también que el comportamiento del Monitoreo Basal de la calidad de aire y ruido ambiental en la obra de saneamiento y alcantarillado sanitario es el adecuado según la norma ambiental. Como también el comportamiento del II monitoreo de la calidad de aire y ruido ambiental en la obra de saneamiento y alcantarillado sanitario es el adecuado según la norma ambiental. Y por último que el comportamiento del Monitoreo Basal de la calidad de aire y ruido ambiental en la obra de Saneamiento y alcantarillado sanitario comparado con el II monitoreo y los ECA demuestran que existen ciertas diferencias y se encuentran cumpliendo la norma ambiental de comparación.

- Por último, cabe mencionar que solo el parámetro de ruido ambiental se encontró cumpliendo a los ECAs mucho antes de dar inicio al proyecto y se mantuvo sin alteración alguno a pesar de iniciado el mencionado proyecto u obra lo que nos demuestra que si se encuentra cumpliendo la normativa ambiental.

RECOMENDACIONES

1. Lograr mantener los niveles de presión sonora en el periodo diurno de las estaciones de Ruido en las zonas de estudio, ya que se aprecia que el resultado de dichas estaciones de medición se encuentra por debajo del estándar de calidad ambiental establecidos para las zonas industriales durante el periodo diurno (D.S. N.º 085-2003-PCM).
2. La única forma de saber con certeza si existen, si se están generando, o si se están empeorando los problemas de la contaminación del aire y ruido es mediante la medición de los contaminantes, los cuales deben de ser periódicamente.
3. Se recomienda que en todas las ciudades se fortalezca la capacidad de monitoreo, para lo cual se debe: Efectuar estudios de alcance, disponer de recursos humanos capacitados, contar con recursos técnicos, institucionales y financieros.
4. 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.
5. En estos estudios se deben llevar a cabo las siguientes tareas: Comparar las normas nacionales con las recomendaciones internacionales. Identificar los episodios de alta contaminación. Identificar los escenarios meteorológicos que conducen a episodios de alta contaminación e identificar la distribución espacial y temporal de los contaminantes de alta concentración.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos. (2018). EPA.gov. Disponible en:

<https://espanol.epa.gov/espanol/conceptos-basicos-sobre-el-material-particuladopm-por-sus-siglas-en-ingles>

Aldunate, P., Paz, O. & Halvorsen, K. (2006) Los efectos de la contaminación atmosférica por PM10 sobre la salud ciudad de La Paz - Bolivia (3650 m.s.n.m.).

Disponible en:

http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1683-07892006000100019

Alegría, J. & Cárdenas, D. (2021) Propuesta de plan de gestión para el control de material particulado (PM10) basado en el uso de Biol como agente supresor en una empresa de servicios industriales en Río Seco, Arequipa 2020. Disponible en:

<http://repositorio.ucsm.edu.pe/handle/20.500.12920/11317>

AQUAE Fundación (2023) ¿Cómo afecta el ruido al medio ambiente? Disponible en:

<https://www.fundacionaquae.org/contaminacion-acustica-medio-ambiente/>

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

Barraza, C. (2017) Evaluación de la calidad de aire y ruido ambiental en la creación de un cementerio en el departamento de Tacna. Disponible en:

<https://repositorio.unsa.edu.pe/items/82a3a2ae-2a40-49ef-ada4-8966e85a22fc>

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]. Disponible en: Repositorio Institucional.

<http://repositorio.unh.edu.pe/handle/UNH/4172>

Carpi, A. & Egger, A. (2009) La Ética Científica: Estándares éticos y sus implicaciones.

Visionlearning Vol. POS-2 (5). Disponible en:

<https://www.visionlearning.com/es/library/Proceso-de-la-Ciencia/49/La->

[%C3%89tica-](https://www.visionlearning.com/es/library/Proceso-de-la-Ciencia/49/La-%C3%89tica-)

[Cient%C3%ADfica/161#:~:text=La%20%C3%A9tica%20cient%C3%ADfica%](https://www.visionlearning.com/es/library/Proceso-de-la-Ciencia/49/La-Cient%C3%ADfica/161#:~:text=La%20%C3%A9tica%20cient%C3%ADfica%20apela%20a,atribuci%C3%B3n%20adecuada%20de%20los%20colaboradores)

[20apela%20a,atribuci%C3%B3n%20adecuada%20de%20los%20colaboradores](https://www.visionlearning.com/es/library/Proceso-de-la-Ciencia/49/La-Cient%C3%ADfica/161#:~:text=La%20%C3%A9tica%20cient%C3%ADfica%20apela%20a,atribuci%C3%B3n%20adecuada%20de%20los%20colaboradores)

Castro, M. et al, Porque y para qué investigar. Disponible en:

<https://campusvirtual.ull.es/ocw/mod/resource/view.php?id=6129#:~:text=invest>

[igar%20nos%20aporta%20la%20perspectiva,del%20conocimiento%2C%20pud](https://campusvirtual.ull.es/ocw/mod/resource/view.php?id=6129#:~:text=investigar%20nos%20aporta%20la%20perspectiva,del%20conocimiento%2C%20pud)

[iera%20tambi%C3%A9n%20analizarse](https://campusvirtual.ull.es/ocw/mod/resource/view.php?id=6129#:~:text=investigar%20nos%20aporta%20la%20perspectiva,del%20conocimiento%2C%20pudiera%20tambi%C3%A9n%20analizarse)

Coronel, A. (2022) en la tesis titulada: Evaluación de puntos críticos de contaminación

sonora aplicando el mapa de ruido ambiental en la zona de comercio central de la

ciudad de Juliaca. Disponible en:

<http://repositorio.ucsm.edu.pe/handle/20.500.12920/11827>

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

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

Consorcio Supervisor Arequipa (2022) Informe 2do Monitoreo ambiental - N39. Dohwa

Engineering C.O. LTDA Sucursal Perú y Gexa Ingenieros SAC.

CSIC (2023) Ética en la investigación. Gobierno de España. Disponible en:

<https://www.csic.es/es/el-csic/etica/etica-en-la->

[investigacion#:~:text=La%20%C3%A9tica%20en%20la%20investigaci%C3%](https://www.csic.es/es/el-csic/etica/etica-en-la-investigacion#:~:text=La%20%C3%A9tica%20en%20la%20investigaci%C3%)

[B3n,el%20progreso%20de%20la%20sociedad](https://www.csic.es/es/el-csic/etica/etica-en-la-investigacion#:~:text=La%20%C3%A9tica%20en%20la%20investigaci%C3%B3n,el%20progreso%20de%20la%20sociedad)

Delgado, J. (2021) La investigación científica: su importancia en la formación de investigadores. Ciencia Latina Revista Multidisciplinar. Universidad de San Martín – Tarapoto. Disponible en: <https://ciencialatina.org/index.php/cienciala/article/view/476#:~:text=La%20investigaci%C3%B3n%20cient%C3%ADfica%20en%20los,se%20encaminan%20hacia%20la%20investigaci%C3%B3n>

ENEL GREEN POWER PERÚ S.A. (2020) Informe de monitoreo de calidad de aire, ruido ambiental y radiaciones no ionizantes. Elaborado por: Inspectorate Services Perú S.A.C. Disponible en: https://www.minem.gob.pe/minem/archivos/ARCHIVO_7177414-601-896.pdf

Enríquez, 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. Disponible en: <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>

Gobierno de México (2021) Partículas suspendidas PM10 y PM2.5 dañan salud y medio ambiente. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Blog. Disponible en: <https://www.gob.mx/semarnat/articulos/particulas-suspendidas-pm10-y-pm2-5-danan-salud-y-medio-ambiente>

Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, M. (2014). Metodología de la Investigación (Sexta edición ed.). McGraw-Hill.

Henríquez, E. & Zepeda, M. (2003) Preparación de un proyecto de investigación.

Disponible en: https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-95532003000200003#:~:text=Las%20investigaciones%20se%20originan%20de%20pensamientos%2C%20problemas%20del%20diario%20vivir

INEI. (2022). Estadísticas Ambientales octubre.

<https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/boletines/11-informe-tecnico-estadisticas-ambientales-oct-2022.pdf>

Linares, C., & Díaz, J. (2008). ¿Qué son las PM_{2,5} y cómo afectan a nuestra salud? El Ecologista N° 58.

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

MINAM (2005). Ley General del Ambiente. N° 28611. El Peruano. Disponible en:

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

MINAM (2019) D.S. N° 003-2017-MINAN. Aprueban Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Aire y establecen Disposiciones Complementarias. El peruano.

Disponible en: <file:///C:/Users/aliss/Downloads/ds-003-2017-minam.pdf>

Ministerio del medio ambiente (2023) Ruido. San Martín, Santiago de Chile. Disponible

en: <https://ruido.mma.gob.cl/temas/#:~:text=Efectos%20en%20salud,tinnitus>

Ministerio de vivienda, construcción y saneamiento. (2021) Informe de monitoreo ambiental sector n39 – línea base: proyecto: "Creación de los sistemas de agua potable dependientes del reservorio N39 y N31 y alcantarillado sanitario del distrito de cerro colorado, provincia, departamento y región Arequipa".

Midragri Guía para la realización de monitoreo ambiental en el Sector agrario.

Disponible

en:

https://www.midagri.gob.pe/portal/download/pdf/novedades/guia_monitoreo.pdf

Morantes, G., Pérez, N., Santana, R. y Rincón, G. (2016). Revisión de Instrumentos Normativos de la Calidad del Aire y Sistemas de Monitoreo Atmosférico: América Latina y El Caribe. *Interciencia*, 41(4), 235-242. Disponible en: <https://www.interciencia.net/volumen-41/numero-4/>

Muñoz, R. (1995). Ruido: Principios - Clasificación – Control. Tesis doctoral, Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias de la Ingeniería, Escuela de Ingeniería Acústica.

Nevers, N. (1998). Ingeniería de control de la contaminación del aire. México: McGraw-Hill.

OMS. (2021). Organización Mundial de la Salud. Contaminación atmosférica: https://www.who.int/es/health-topics/air-pollution#tab=tab_1

OEFA. (2015). Instrumentos básicos para la fiscalización ambiental. 1. https://www.oefa.gob.pe/?wpfb_dl=13978.8

OEFA (2021) Factores que influyen en el establecimiento de límites máximos permisibles para garantizar el cumplimiento de los estándares de calidad ambiental en agua. Disponible en: https://repositorio.oefa.gob.pe/bitstream/handle/20.500.12788/160/Grupo%2011_Flores%20Contreras.pdf?sequence=1&isAllowed=y

OPS/OMS (2023) Calidad del aire. Disponible en: <https://www.paho.org/es/temas/calidad-aire#:~:text=La%20exposici%C3%B3n%20a%20altos%20niveles,vulnerable%2C%20ni%C3%B1os%2C%20adultos%20mayores%20y>

- Páez, P., Cogliati, M., & Giacosa, R. (2017). Estudio de calidad del aire en canteras a cielo abierto en General Roca, Argentina. Boletín Geográfico. Disponible en: <https://revele.uncoma.edu.ar/index.php/geografia/article/view/1758/1905>
- Porta, A., Sánchez, E., & Colman, J. (2018). Calidad del aire monitoreo y modelamiento de contaminantes atmosféricos. Efectos en la salud pública. Editorial de la Universidad Nacional de La Plata. <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/73756>
- Quirón Salud (2019) Cómo afecta el exceso de ruido a nuestra salud. Tu canal de salud. Disponible en: <https://www.tucanaldesalud.es/es/tusaludaldia/articulos/afecta-exceso-ruido-salud#:~:text=Aumentar%20la%20sensaci%C3%B3n%20de%20estr%C3%A9s,y%20provocar%20falta%20de%20concentraci%C3%B3n>
- 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
- Salinas, L. (2023) 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. UNDAC – Pasco.
- Sánchez, H. & Reyes, C. (1984; 2017). Metodología y diseños en la investigación científica. Business Support Aneth.
- SINIA/MINAM (2003) Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido. Decreto Supremo N° 085-2003-PCM. Disponible en:

<https://sinia.minam.gob.pe/normas/reglamento-estandares-nacionales-calidad-ambiental-ruido>

Zita, A. 2022 Investigación Científica - Qué Es, Características y Etapas Del Proceso – Significados. Disponible en: <https://es.scribd.com/document/611468847/5-Investigacion-Cientifica-Que-Es-Characteristicas-y-Etapas-Del-Proceso-Significados#>

ANEXOS

INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN ESTÁNDARES DE CALIDAD AMBIENTAL (ECA) PARA AIRE

PARÁMETROS	PERÍODO	VALOR (ug/ m ³)	CRITERIOS DE EVALUACIÓN	MÉTODO DE ANÁLISIS ⁽¹⁾
Benceno (C ₆ H ₆)	Anual	2	Media aritmética anual	Cromatografía de gases
Dióxido de Azufre (SO ₂)	24 horas	250	NE más de 7 veces al año	Fluorescencia ultravioleta (método automático)
Dióxido de Nitrógeno (NO ₂)	1 hora	200	NE más de 24 veces al año	Quimioluminiscencia (método automático)
	Anual	100	Media aritmética anual	
Material Particulado PM _{2.5}	24 horas	50	NE más de 7 veces al año	Separación inercia/filtración (gravimetría)
	Anual	25	Media aritmética anual	
Material Particulado PM ₁₀	24 horas	100	NE más de 7 veces al año	Separación inercia/filtración (gravimetría)
	Anual	50	Media aritmética anual	
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 ₃)	8 horas	100	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.

ESTÁNDARES DE CALIDAD AMBIENTAL (ECA) PARA RUIDO AMBIENTAL

Zona de Protección especial <ul style="list-style-type: none">• Horario diurno: 50 dB• Horario nocturno: 40 dB
Zona Residencial <ul style="list-style-type: none">• Horario diurno: 60 dB• Horario nocturno: 50 dB
Zona Comercial <ul style="list-style-type: none">• Horario diurno: 70 dB• Horario nocturno: 60 dB
Zona Industrial <ul style="list-style-type: none">• Horario diurno: 80 dB• Horario nocturno: 70 dB

Fuente: D.S N° 085 – 2003 – PCM

Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para ruido ambiental que obedecen a lo dispuesto por el D.S. N° 085-2003-PCM, tomando como indicador de la evaluación el nivel sonoro continuo equivalente (LAeqt) para zona industrial.